

22532/H/105



TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR BARAT KOTA MADIUN

Oleh :

Indrawan Giri Negoro

3102.109.505

Dosen Pembimbing :

Ir. Djoko Sulistiono



PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	1-12-2004
Terima Dari	HI
No. Agenda Prp.	22130

**PROGRAM STUDI SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004**

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR BARAT KOTA MADIUN

**SURABAYA, 06 Desember 2004
MENGETAHUI/MENYETUJUI**



DOSEN PEMBIMBING

(Ir. Djoko Sulistiono)

NIP. 131 558 660

**PROGRAM STUDI SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

ABSTRAK

PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR BARAT
KOTA MADIUN
STA 0+000 – 5+200

Indrawan Giri Negoro
3102.109.505

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Abstrak

Padatnya volume arus lalu lintas yang melewati jalan-jalan utama kota Madiun disebabkan terjadinya pencampuran antara lalu lintas luar kota dan dalam kota yang melewati jalan yang sama. Hal ini mengakibatkan sering terjadinya kemacetan dan kecelakaan lalu lintas. Oleh karena itu diperlukan jalan alternatif yang tidak secara langsung melewati dalam kota, melainkan melalui pembangunan Jalan Lingkar Luar Barat Kota Madiun. Jalan tersebut berfungsi sebagai jalan arteri kelas 2, dengan lebar 15 m (4/2 D) termasuk median selebar 1 m.

Perencanaan Ulang Jalan Lingkar Luar Barat Kota Madiun ini meliputi analisa kapasitas jalan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, perencanaan bentuk geometrik jalan raya dengan acuan spesifikasi standart untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota (rancangan akhir), perencanaan tebal perkerasan menggunakan Metode Analisa Komponen dan Perencanaan bangunan pelengkap berupa saluran tepi dengan acuan SNI 03-3424-1994.

Sesuai dengan data yang ada serta berdasarkan perhitungan maka terdapat tikungan SCS pada STA 0 + 226,326 s/d STA 0 + 448,756; tikungan FC pada STA 0 + 521,07 s/d STA 0 + 618,81; tikungan FC pada STA 1 + 123,803 s/d STA 1 + 176,163; tikungan FC pada STA 3 + 501,07 s/d STA 3 + 598,81; tikungan FC pada STA 3 + 976,07 s/d STA 4 + 073,81; tikungan FC pada STA 4 + 476,07 s/d STA 4 + 573,81; tikungan FC pada STA 4 + 651,07 s/d STA 4 + 748,81. Total timbunan 178.666,103 m³. Konstruksi tebal perkerasan untuk jangka waktu 10 tahun mendatang sebesar 4 cm laston MS 744 dan 5 cm laston MS 340 untuk surface, 15 cm batu pecah klas A dengan nilai CBR 100 % untuk base course, 18 cm sirtu klas B dengan nilai CBR 50 % sebagai sub base course. Saluran tepi berbentuk trapezium yang terbuat dari pasangan batu kali dengan lebar antara 0,75 m.

Kata kunci : Perencanaan Geometrik Jalan, Konstruksi Perkerasan Jalan, Drainase.

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan taufik dan hidayahnya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 – 5+200”**.

Karena keterbatasan waktu, maka penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekeliruan yang terjadi. Oleh karena itu kami selaku penyusun mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan lebih lanjut.

Selanjutnya kami sebagai penyusun tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan pengarahan dan dorongan secara moril maupun materiil, yang terutama kepada :

1. Ir . Joni Hermana, Msc.Es.Phd, selaku Pembantu Dekan I ITS Surabaya.
2. Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, Msc.Phd, selaku Ketua Jurusan di Teknik Sipil FTSP – ITS Surabaya.
3. Ir. Ervina Ahyudanari, M Eng, selaku Ketua Komisi Tugas Akhir di Teknik Sipil FTSP – ITS Surabaya.
4. Ir. Djoko Sulistiono, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir di Teknik Sipil FTSP – ITS Surabaya.
5. Ir. Sadji, selaku Dosen Wali di Teknik Sipil FTSP – ITS Surabaya.
6. Segenap Bapak dan Ibu Dosen serta Karyawan di Teknik Sipil FTSP – ITS Surabaya.
7. Papa dan Mama tercinta, terima kasih atas dukungan baik moril maupun materiil serta selalu mendoakan kami agar menjadi manusia yang berguna.
8. Serta semua teman-teman di Teknik Sipil Lintas Jalur ITS 2002, yang selalu memberi dorongan serta semangat.

Kami menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

TUGAS AKHIR

KATA PENGANTAR

Pada akhirnya dengan penuh kerendahan hati, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan didalam penulisan Tugas Akhir. Besar harapan kami semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi kami sendiri pada khususnya.

Surabaya, Nopember 2004

Penyusun

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Umum	1
1.2. Latar Belakang	1
1.3. Perumusan Masalah	2
1.4. Maksud Dan Tujuan Penulisan	2
1.5. Batasan Permasalahan	3
1.6. Metodologi	3
 BAB II DASAR TEORI	
2.1. Umum	6
2.2. Kriteria Perencanaan	6
2.2.1. Klasifikasi Standar Perencanaan Geometrik	6
a) Klasifikasi Fungsi Jalan Raya	6
b) Volume Lalu Lintas Rencana	7
c) Kondisi Medan	8
d) Kelas Standar	9
2.2.2. Kecepatan Rencana	10
2.3. Standar Perencanaan	10
2.3.1. Jarak Pandangan	10
2.3.2. Penampang Melintang	12
a) Lebar Lajur	13
b) Bahu Jalan	14
c) Damaja, Damija, Dawasja	15

2.3.3.	Analisa Kapasitas Jalan	16
a)	Menentukan Kapasitas Dasar	16
b)	Faktor Penyesuaian Kapasitas Lebar Lajur Lalu Lintas	17
c)	Faktor Penyesuaian Akibat Pemisah Arah	17
d)	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping	17
e)	Menentukan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan	19
f)	Derajat Kejenuhan	19
2.3.4.	Alinyemen Horizontal	20
a)	Panjang Bagian Lurus	20
b)	Tikungan	21
c)	Kemiringan Melintang Permukaan	25
d)	Landai Relatif	27
e)	Diagram Superelevasi	28
f)	Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan	30
g)	Kebebasan Samping	32
2.3.5.	Alinyemen Vertikal	32
a)	Kelandaian Pada Alinyemen Vertikal	32
b)	Lengkung Vertikal	34
c)	Pedoman Umum Perencanaan Alinyemen Vertikal	36
2.3.6.	Pembatasan Umum Untuk Alinyemen Vertikal Dan Horizontal	36
2.4.	Perencanaan Tebal Perkerasan	36
2.4.1.	Umum	36
2.4.2.	Umur Rencana	36
2.4.3.	Data Lalu Lintas	37
2.4.4.	Angka Ekvivalen	37
2.4.5.	Lintas Ekvivalen	38
2.4.6.	Faktor Regional	39
2.4.7.	Indeks Permukaan	39
a)	Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (Ipo)	40
b)	Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (Ipt)	40

2.4.8. Koefisien Kekuatan Relatif (a)	41
2.4.9. Indeks Tebal Perkerasan	42
2.4.10. Tebal Minimum Lapis Perkerasan	43
2.5. Perencanaan Drainase	44
2.5.1. Umum	44
2.5.2. Cara-cara Membuat Sistem Drainase	45
2.5.3. Analisa Hidrologi	46
a) Data Curah Hujan	46
b) Perhitungan Periode Ulang	46
c) Waktu Konsentrasi	46
d) Perhitungan Intensitas Hujan	49
e) Cathment Area	50
f) Koefisien Pengaliran	50
g) Analisa Debit Banjir	51
2.5.4. Dimensi Saluran Samping	51
2.6. Analisa Penetapan Rute	53
2.6.1. Pemilihan Rute	53
2.6.2. Model Penetapan Perjalanan TRC	54

BAB III DATA TEKNIS

3.1. Umum	56
3.2. Peta Propinsi Jawa Timur	56
3.3. Peta Lokasi Proyek	56
3.4. Data Keadaan Tanah Dasar	56
3.5. Data Lalu Lintas Harian	58
3.6. Data Curah Hujan	59

BAB IV PERENCANAAN GEOMETRIK

4.1. Umum	60
4.2. Penentuan Kelas dan Fungsi Jalan	60
4.3. Volume Lalu Lintas Rencana	60

4.4.Kecepatan Rencana	64
4.5.Jarak Pandangan	64
4.6.Lebar Lajur dan Bahu Jalan	64
4.7.Analisa Kapasitas Rencana Jalan Luar Kota	65
4.8.Perencanaan Alinyemen Horizontal	67
 BAB V PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR	
5.1.Umum	82
5.2.Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur	82
5.2.1. Data Tanah	82
5.2.2. Umur Rencana	84
5.2.3. Data Lalu Lintas	84
5.2.4. LHR Pada Awal Umur Rencana	84
5.2.5. LHR Pada Akhir Umur Rencana	85
5.2.6. Menghitung Angka Ekvivalen	85
5.2.7. Menghitung LEP	85
5.2.8. Menghitung LEA	86
5.2.9. Menentukan Faktor Regional	87
5.2.10. Daya Dukung Tanah	88
5.2.11. Menetapkan Tebal Perkerasan Lentur	90
5.3.Analisa Galian Timbunan	92
5.3.1. Kemiringan Galian dan Timbunan	92
5.3.2. Perhitungan Galian dan Timbunan	92
 BAB VI PERENCANAAN SALURAN TEPI JALAN	
6.1. Umum	97
6.2. Perhitungan Analisa Hidrologi	97
6.3. Perhitungan Saluran Tepi	100
 BAB VII PERENCANAAN ANGGARAN BIAYA	
7.1.Umum	131



TUGAS AKHIR
DAFTAR ISI

7.2. Perencanaan Anggaran Biaya	131
7.2.1. Analisa Pemakaian Peralatan	131
7.2.2. Analisa Harga Satuan Pekerjaan	147
7.2.3. Rencana Anggaran Biaya	157
 BAB VIII KESIMPULAN	 158
 PENUTUP	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Koefisien SMP	8
Tabel 2.2.	Klasifikasi Medan	9
Tabel 2.3.	Penentuan Fungsi dan Kelas Jalan	9
Tabel 2.4.	Kecepatan Rencana	10
Tabel 2.5.	Jarak Pandang Henti Minimum	12
Tabel 2.6.	Jarak Pandang Menyiap	12
Tabel 2.7.	Lebar Lajur	14
Tabel 2.8.	Lebar Bahu Jalan	14
Tabel 2.9.	Kapasitas Dasar Pada Jalan Luar Kota	16
Tabel 2.10.	Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas	17
Tabel 2.11.	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{SP})	17
Tabel 2.12.	Kelas Hambatan Samping	18
Tabel 2.13.	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FC_{SF})	18
Tabel 2.14.	Tabel emp Untuk Jalan 4/2 D	20
Tabel 2.15.	Panjang Bagian Lurus Minimum	21
Tabel 2.16.	L_{min} Lengkung Peralihan, R_{min} Yang Tidak Perlu Lengkung Peralihan R_{min} Untuk e_n	23
Tabel 2.17.	Seper elevasi	26
Tabel 2.18.	Landai Relatif Maksimum Antara Tepi Perkerasan	28
Tabel 2.19.	Pelebaran Jari – Jari	31
Tabel 2.20.	Kelandaian Maksimum	33
Tabel 2.21.	Panjang Untuk Kelandaian Yang melebihi Kelandaian Maksimum Standard	33
Tabel 2.22.	Perhitungan Panjang Lengkung Vertikal Cembung	34
Tabel 2.23.	Angka Ekvivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan	37
Tabel 2.24.	Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	38
Tabel 2.25.	Faktor Regional	39
Tabel 2.26.	Indek Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)	40
Tabel 2.27.	Indek Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt)	41

TUGAS AKHIR
DAFTAR TABEL

Tabel 2.28.	Koefisien Kekuatan Relatif (a)	41
Tabel 2.29.	Tebal Minimum Lapis Permukaan Perkerasan	43
Tabel 2.30.	Tebal Minimum Lapis Pondasi Atas	43
Tabel 2.31.	Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan	45
Tabel 2.32.	Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Penghambat	47
Tabel 2.33.	Harga n Untuk Rumus Manning	48
Tabel 2.34.	Hubungan Kondisi Permukaan Tanah Dengan Koefisien Pengaliran (C)	50
Tabel 2.35.	Kecepatan Aliran Air Yang Diiijinkan Berdasarkan Jenis Material	52
Tabel 3.1.	Data CBR	57
Tabel 3.2.	Data Lalu Lintas Harian	58
Tabel 3.3.	Data Volume Lalu Lintas	58
Tabel 3.4.	Data Jumlah Kendaraan (MBT/Mobil, Bus, Truck)	59
Tabel 3.5.	Data Curah Hujan	59
Tabel 5.1.	Perhitungan Presentasi Nilai CBR	82
Tabel 5.2.	LHR Tahun 2001	84
Tabel 7.1.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Air Compactor	134
Tabel 7.2.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Asphalt Mixing Plant	135
Tabel 7.3.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Asphalt Finisher	136
Tabel 7.4.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Asphalt Sprayer	137
Tabel 7.5.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Concrete Mixer	138
Tabel 7.6.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Dump Truck	139
Tabel 7.7.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Excavator	140
Tabel 7.8.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Tandem Roller	141
Tabel 7.9.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Vibrator Roller	142
Tabel 7.10.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Wheel Loaders	143
Tabel 7.11.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Backhoe Loaders	144
Tabel 7.12.	Analisa Harga Satuan Dasar Alat Tired Loaders	145
Tabel 7.13.	Daftar Harga Satuan Alat	146
Tabel 7.14.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan Timbunan dengnan Urugan	

TUGAS AKHIR
DAFTAR TABEL

	Pilihan	148
Tabel 7.15.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan	149
Tabel 7.16.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan Agregat Base Class A	150
Tabel 7.17.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan Agregat Base Class B	151
Tabel 7.18.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan Agregat Base Class A (Bahu Jalan)	152
Tabel 7.19.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan Agregat Base Class B (Bahu Jalan)	153
Tabel 7.20.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan Prime Coat	154
Tabel 7.21.	Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan	155
Tabel 7.22.	Biaya Mobilisasi Peralatan	156
Tabel 7.23.	Rencana Anggaran Biaya	157

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	DAMAJA	15
Gambar 2.2.	DAMIJA dan DAWASJA	16
Gambar 2.3.	Tikungan Full Circle	22
Gambar 2.4.	Tikungan Spiral – Circle – Spiral	23
Gambar 2.5.	Grafik nilai (f) untuk $e_m = 6\%$, 8% dan 10% (menurut AASHTO)	26
Gambar 2.6.	Landai Relatif	27
Gambar 2.7.	Superelevasi Full Circle	29
Gambar 2.8.	Superelevasi Spiral – Circle – Spiral	29
Gambar 2.9.	Superelevasi Spiral – Spiral	30
Gambar 5.1.	Grafik Penentuan CBR rata – rata	83
Gambar 5.2.	Grafik Korelasi DDT dan CBR	88
Gambar 5.3.	Nomogram Penentuan ITP	89
Gambar 5.4.	Rencana Susunan Lapis Perkerasan	91
Gambar 6.1.	Penentuan Catcment Area	100

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

**BAB I
PENDAHULUAN**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Umum

Jalan merupakan suatu konstruksi yang berfungsi sebagai prasarana perhubungan darat yang memegang peranan penting di dalam kehidupan manusia. Karena dengan adanya jalan yang memadai dapat memperlancar distribusi barang, jasa serta manusia.

Dengan adanya kebutuhan akan adanya jalan raya tersebut maka dibuatlah jalan untuk memudahkan transportasi tersebut. Sehingga dengan dibuatnya jalan tersebut nantinya diharapkan dapat dimanfaatkan dengan sebaik – baiknya.

1.2 Latar Belakang

Permasalahan lalu lintas yang terjadi di Kota Madiun saat ini disebabkan pola jaringan jalan yang memusat dan situasi tata guna lahan sepanjang kiri kanan jalan yang berupa sekolah, perkantoran, pertokoan, pasar, perumahan, industri dan lain – lain sehingga terjadi pencampuran antara lalu lintas regional dan lalu – lintas lokal di jalan – jalan utama kota Madiun.

Mengingat seberapa besar pergerakan arus lalu lintas lokal berada di pusat kota, maka pergerakan lalu lintas regional yang langsung melalui pusat kota mengakibatkan padatnya lalu lintas pada jalan – jalan arteri di daerah tersebut. Hal tersebut secara tidak langsung mengakibatkan timbulnya persoalan lalu lintas, parahnya kondisi fisik bangunan jalan, sehingga lebih lanjut menyebabkan terjadinya kemacetan lalu lintas di jalan – jalan utama kota Madiun (lihat gambar pada lampiran 2, peta lokasi)

Sebagai akibat pembauran lalu lintas regional dan lokal maka yang paling menderita adalah lalu lintas regional sehingga secara tidak langsung merupakan hambatan bagi transportasi primer di dalam menjalankan proses distribusi.

Rencana jalan lingkar barat di kota Madiun ditujukan sebagai alternatif bagi kendaraan yang datang dari luar kota terutama dari arah barat yang menuju ke arah Surabaya dan sebaliknya. Dengan dibangunnya Outer Ring Road Barat kota Madiun, arus kendaraan dari luar kota terutama kendaraan angkutan barang seperti truk dan kendaraan penumpang bus akan beralih ke jalan baru tersebut. Sehingga kepadatan arus kendaraan di pusat kota dapat dikurangi, karena terjadi pemisahan arus lalu lintas regional dengan arus lalu lintas lokal.

Dari latar belakang tersebut kami mencoba memanfaatkan data – data yang tersedia guna membuat proyek akhir dengan judul **Perencanaan Ulang Jalan Lingkar Luar Barat Kota Madiun STA. 0 + 000 s/d STA. 5 + 200**

1.3 Perumusan Masalah

Dengan berpedoman pada latar belakang tersebut, penulis ingin meninjau segi teknis untuk hal – hal sebagai berikut :

1. Berapa volume lalu – lintas yang direncanakan melewati jalan baru (Outer Ring Road Barat).
2. Berapa kebutuhan lebar jalan baru (Outer Ring Road Barat) tersebut.
3. Bagaimana bentuk alinyemen horisontal yang akan direncanakan.
4. Berapa ketebalan yang diperlukan untuk umur rencana 10 tahun pada konstruksi perkerasan lentur jalan tersebut.
5. Berapa dimensi saluran tepi jalan yang diperlukan.
6. Berapa rencana anggaran biaya.

1.4. Maksud dan Tujuan Penulisan

Dengan berlandaskan pada perumusan masalah diatas, maka tujuan dari penulisan dari Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung volume lalu – lintas yang melewati rencana jalan baru.
2. Menganalisa kapasitas jalan baru agar memenuhi persyaratan teknis.
3. Merencanakan geometrik jalan sepanjang STA 0 + 000 – STA 5 + 200.
4. Menghitung ketebalan perkerasan lentur untuk umur rencana 10 tahun.
5. Menghitung dimensi saluran tepi jalan.
6. Menghitung rencana anggaran biaya.

1.5. Batasan Permasalahan

Permasalahan yang luas serta keterbatasan kami dalam proyek akhir ini menyebabkan kami membuat ruang lingkup sebagai berikut :

1. Permasalahan analisa kapasitas jalan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.
2. Perencanaan bentuk alinyemen horisontal menurut Spesifikasi Standar untuk Perencanaan Jalan Luar Kota (rancangan akhir), Bina Marga, 1990.
3. Perencanaan drainase saluran tepi jalan raya menurut SNI 03-3424-1994.
4. Perencanaan tebal perkerasan dengan menggunakan Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan dengan Analisa Komponen, SKBI.2.3.26.1987.
5. Penggambaran geometrik jalan yang berupa gambar long section dan cross section sepanjang STA 0 + 000 – STA 5 + 200.
6. Tidak membicarakan pelaksanaan dilapangan, perencanaan jembatan, dan pengolahan data – data tanah baik dilapangan maupun dilaboratorium.
7. Tidak membicarakan perencanaan dinding penahan tanah, analisa stabilitas lereng.

1.6. Metodologi

Metodologi yang kami gunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

a. Persiapan

- Mengurus segala sesuatu yang berhubungan dengan persiapan seperti membuat proposal, surat pengantar, mencari informasi pada instansi yang dapat membantu.
- Mencari, mengumpulkan dan mempelajari kegiatan yang sekiranya dapat membantu dalam penyusunan laporan.

b. Survey lapangan dan Pengumpulan data

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dari penulisan tugas akhir ini, kami melakukan Survey lapangan dan Pengumpulan data sebagai berikut :

- Peta Propinsi Jawa Timur
- Peta lokasi
- Data lalu lintas harian

- Data Curah Hujan

c. Analisa dan interpretasi data

Data-data yang terkumpul kemudian dipelajari dan dianalisa sehingga didapatkan hasil pendekatan dari perhitungan yang ada sesuai dengan teori yang ada.

d. Perencanaan Geometrik, Konstruksi Perkerasan dan Drainase

Dari hasil analisa dan interpretasi data kemudian kita lakukan perhitungan sesuai dengan teori yang ada sehingga menghasilkan suatu perencanaan konstruksi dalam bentuk dimensi.

e. Standard Baku Perencanaan

Untuk mewujudkan hasil perencanaan yang baik, perlu menggunakan standard baku perencanaan berupa buku panduan (referensi) yang sudah ada dan sering dipakai dalam perencanaan.

f. Perhitungan

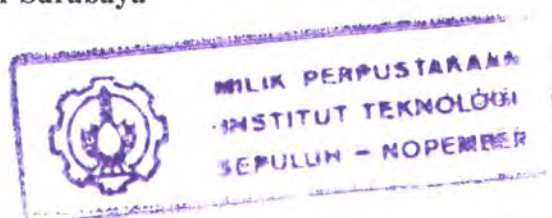
Apabila data-data beserta referensinya sudah lengkap, baru dilakukan perhitungan untuk mendapatkan bentuk konstruksi dengan ukuran-ukuran yang dapat dipertanggung jawabkan yaitu kuat, awet dan ekonomis.

g. Rencana Teknik pelaksanaan

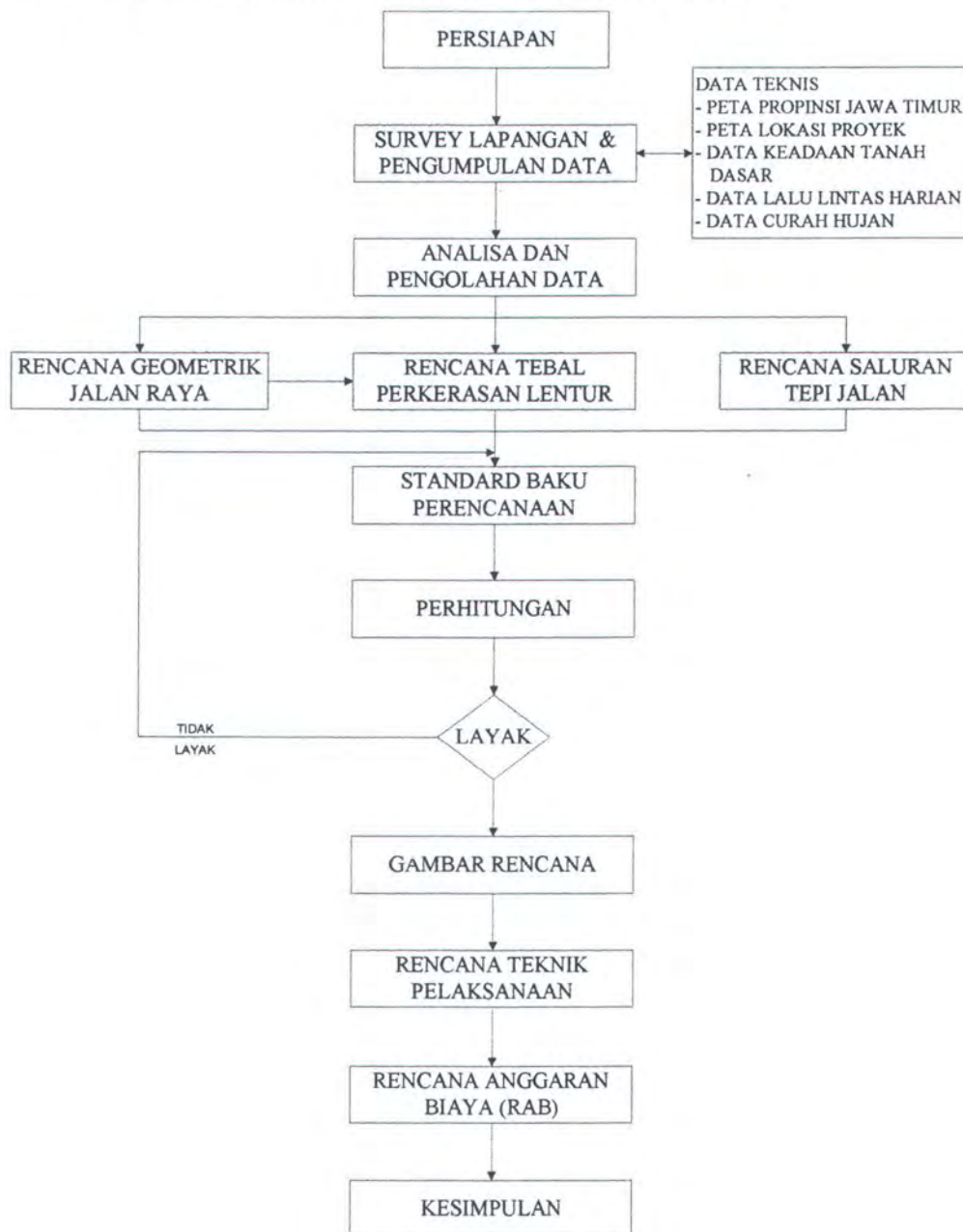
Sebelum menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang didalamnya termasuk unsur tenaga kerja, material / bahan dan peralatan, kita perlu untuk menjelaskan tentang cara-cara pelaksanaan dari semua jenis pekerjaan yang ada, dengan maksud untuk mengetahui langkah-langkah yang harus dilakukan baik untuk pekerjaan persiapan maupun pada waktu pelaksanaan dan untuk mengetahui jenis dari peralatan yang akan digunakan. Dan perlu diperhatikan yang paling utama adalah pekerjaan bisa berjalan lancar, keamanan terjamin tanpa mengganggu atau menghambat jalannya lalu lintas.

h. Rencana Anggaran Biaya

Sebagai hasil akhir dari suatu perencanaan yang bisa digunakan sebagai pedoman untuk pelaksanaan adalah Rencana Anggaran Biaya (RAB), dimana didalamnya telah terdapat uraian dari beberapa jenis pekerjaan. Dengan begitu kita bisa melaksanakan pekerjaan tersebut berdasarkan dana yang tersedia dan waktu yang telah ditentukan.



Dalam penulisan, sistematikanya digambarkan sebagai berikut:



LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

**BAB II
DASAR TEORI**

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Umum

Berdasarkan data – data yang tersedia yaitu data lalu lintas dan kondisi topografi pada daerah kota Madiun, maka dapat dilakukan perencanaan jalan raya secara optimal. Adapun peraturan resmi tentang perencanaan jalan raya telah ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.

Dalam perencanaan Jalan Lingkar Barat Kota Madiun, sebagai acuan digunakan spesifikasi standar geometrik jalan luar kota (Rancangan Akhir) tahun 1990.

2.2. Kriteria Perencanaan

2.2.1. Klasifikasi Standar Perencanaan Geometrik

Dalam perencanaan geometrik jalan luar kota, elemen – elemen utama yang digunakan untuk pengelompokan standar perencanaan geometrik adalah fungsi jalan raya, volume lalu lintas rencana dan kondisi medan.

a) Klasifikasi Fungsi Jalan Raya

Klasifikasi ruas jalan dapat dipakai sebagai pedoman perencanaan jalan raya. Klasifikasi tersebut diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 26 tahun 1985, tentang jalan, yang berbunyi :

Sistem jaringan jalan disusun mengikuti tata ruang kota, kawasan yang mempunyai fungsi primer, sekunder, kesatu, kedua, ketiga, dan seterusnya hingga perumahan.

Sistem jaringan jalan primer didefinisikan sebagai berikut :

- Sistem jaringan jalan dengan peranan jasa distribusi, sebagai pengembangan seluruh wilayah tingkat nasional yang kemudian berwujud kota.

- Jaringan jalan yang menjadi tanggung jawab pemerintah pusat dan merupakan sistem jalan penunjang pembangunan disemua daerah dengan menghubungkan pusat – daerah.

Kemudian jaringan jalan primer dikelompokkan menjadi 3 kategori berdasarkan fungsinya sebagai berikut :

- Jalan Arteri : jalan yang melayani angkutan primer dengan ciri - ciri memerlukan rute jarak jauh dengan kecepatan rata – rata yang tinggi dan jumlah jalan masuk yang terbatas dan dipilih secara efisien.
- Jalan Kolektor : jalan yang melayani pengumpulan dan pendistribusian transportasi dengan ciri – ciri memerlukan jarak sedang, kecepatan rata – rata yang sedang dan mempunyai jumlah jalan masuk yang terbatas.
- Jalan Lokal : jalan yang melayani transportasi lokal dengan ciri – ciri memerlukan rute jarak pendek, kecepatan rata – rata yang rendah dan mempunyai jalan masuk dalam jumlah terbatas.

Ditinjau dari fungsi jalan, kondisi geometrik jalan, dan jenis kendaraan yang dilayani, maka Jalan Lingkar Utara Kota Madiun ini digolongkan dalam jalan arteri primer.

b) Volume Lalu - Lintas Rencana

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan dalam satuan waktu yang dinyatakan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP). Selanjutnya dari volume lalu lintas yang ada diproyeksikan untuk tahun rencana sehingga mendapatkan volume lalu lintas rencana (VLLR) dengan menggunakan rumus :

$$VLLR = VLL \times (i + 1)^n \dots\dots\dots \text{pers. 2.1}$$

Di mana :

VLL = volume lalu lintas (SMP)

- i = pertumbuhan lalu lintas
n = umur rencana

Volume lalu lintas rencana (VLLR) pada spesifikasi standar untuk perencanaan jalan luar kota (rancangan akhir) tahun 1990 adalah dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (SMP) dengan menyisihkan kendaraan tidak bermotor sebab pengoperasian kendaraan tidak bermotor jauh berbeda dibandingkan kendaraan bermotor dan pengaruhnya atas lalu lintas tergantung pada volume lalu lintas tergantung pada volume lalu lintas kendaraan bermotor itu sendiri.

Koefisien – koefisien pada tabel 2.1 diterapkan sesuai dengan kondisi medan untuk mendapatkan satuan mobil penumpang ekivalen.

Tabel 2.1 Koefisien SMP

Kendaraan	Daerah datar / bukit	Daerah pegunungan
Sepeda motor, sedan, jeep station wagon	1	1
Pick up, bus ukuran kecil, truk ringan	2	2,5
Bus, truk 2 As	3	4
Truk 3 As, trailer	5	6

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990

c) Kondisi Medan

Kondisi medan di daerah yang akan dibangun jalan sangat mempengaruhi dalam hal perencanaan geometrik jalan itu sendiri. Standar perencanaan harus mengikuti keadaan topografi yang ada untuk mendapatkan jalan dengan tingkat keamanan dan kenyamanan yang optimal untuk semua jenis kendaraan yang melalui jalan tersebut.

Berdasarkan besarnya kemiringan lereng melintang dalam arah tegak lurus sumbu jalan, klasifikasi kondisi topografi medan dibedakan menjadi 3, yaitu datar, bukit dan pegunungan (lihat tabel)

Tabel 2.2 Klasifikasi Medan

Jenis Medan	Kemiringan melintang
Datar	0 % - 9,9 %
Bukit	10 % - 24,9 %
Gunung	≥ 25 %

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina

Marga 1990

d) Kelas Standar

Untuk menentukan kelas standar suatu jalan perlu diketahui volume lalu lintas rencana (VLLR) dalam satuan SMP berdasarkan data-data lalu lintas yang ada, umur rencana dan tingkat perkembangan lalu lintas per tahun.

Untuk menentukan fungsi dan kelas jalan dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Penentuan Fungsi dan Kelas Jalan

Fungsi	Arteri			Kolektor			Lokal		
Medan	D	B	G	D	B	G	D	B	G
VLLR									
>50000	KL 1	KL 1	KL 1	-	-	-	-	-	-
50000 \geq	KL 2	KL 2	KL 2	-	-	-	-	-	-
>30000	-	-	-	KL 3	KL 3	KL 3	-	-	-
3000 >	-	-	-	KL 3	KL 3	KL 3	-	-	-
>10000	-	-	-	KL 4	KL 4	KL 4	-	-	-
10000 \geq	-	-	-	-	-	-	KL 3	KL 3	KL 3
>10000	-	-	-	-	-	-	KL 4	KL 4	KL 4
10000 \geq	-	-	-	-	-	-	KL 5	KL 5	KL 5
>1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000 \geq	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina
Marga 1990

2.2.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan perencanaan setiap jalan raya seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang, dan lain-lainnya. Kecepatan yang dipilih tersebut adalah kecepatan tertinggi dimana kendaraan dapat berjalan aman dan nyaman.

Faktor yang mempengaruhi kecepatan rencana antara lain adalah kondisi medan dan sifat serta tingkat kegunaan daerah.

Tabel 2.4 menunjukkan kecepatan rencana untuk masing-masing kelas standar.

Tabel 2.4 Kecepatan Rencana

Kelas	1	2 & 1	3	4 & 3	5 & 4	5
V _r (km / jam)	80	60	50	40	30	20

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina
Marga 1990

2.3. Standar Perencanaan

2.3.1 Jarak Pandangan

Keamanan dan kenyamanan pengemudi kendaraan untuk melihat dengan jelas dan menyadari situasi pada saat mengemudi sangat tergantung pada jarak yang dapat dilihat dari tempat kedudukannya. Panjang jalan di depan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas diukur dari titik kedudukan pengemudi disebut jarak pandang.

Jarak pandangan diperlukan atau berguna untuk :

1. Menghindarkan terjadinya kecelakaan atau tabrakan yang dapat membahayakan manusia dan kendaraan.
2. Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan mempergunakan lajur di sebelahnya.

3. Menambah efisien jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.
4. Sebagai pedoman bagi pengatur lalu lintas dalam menempatkan rambu lalu lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan.

Dilihat dari kegunaan tersebut maka ada dua macam cara jarak pandangan :

1. Jarak pandangan henti, yaitu jarak pandangan yang diperlukan oleh pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang sedang berjalan setelah pengemudi melihat halangan pada jalur yang dilaluinya, sehingga dapat dilakukan antisipasi untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Jarak pandang henti (J_h) terdiri atas dua elemen jarak yaitu :

- Jarak tanggap (J_{ht}) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
- Jarak pengereman (J_{hr}) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandangan henti (J_h) dalam meter dapat dihitung dengan rumus :

$$J_h = \frac{vt}{3,6} + \left[\frac{v}{3,6} \right]^2 12 \text{ gf} \dots \text{pers. 2.2}$$

Dimana :

V : kecepatan (km/jam) = 90% dari kecepatan rencana

T : waktu reaksi = 2,5 detik

g : percepatan gravitasi = $9,8 \text{ m/dt}^2$

f : koefisien gesekan memanjang perkersan jalan aspal

Dengan nilai diatas, maka persamaan disederhanakan sebagai berikut :

$$J_h = 0,694v + 0,004v^2/f \dots \text{pers. 2.3}$$

Hasil persamaan diatas ditabelkan untuk kecepatan rencana pada tabel 2.5 di bawah ini :

Tabel 2.5 Jarak Pandangan Henti Minimum

Vr (km/jam)	100	80	60	50	40	30
F	0,29	0,30	0,35	0,35	0,38	0,40
Jarak pandangan henti (m)	175	120	75	55	40	25

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990

Untuk jalan raya yang mempunyai jalur tunggal jarak pandangan henti harus dua kali lipat, kecuali diambil beberapa tindakan penjagaan, seperti pemasangan rambu.

2. Jarak Pandangan Menyiap, yaitu jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan yang lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke jalur semula.

Tabel 2.6 dibawah ini memperlihatkan jarak pandangan menyiap minimum untuk beberapa kecepatan rencana.

Tabel 2.6 Jarak Pandangan Menyiap

Vr (km/jam)	80	60	50	40	30	20
Jarak pandangan henti (m)	350	250	200	150	100	70

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990

2.3.2 Penampang Melintang

Penampang melintang jalan merupakan potongan melintang tegak lurus sumbu. Pada potongan melintang jalan dapat terlihat bagian-bagian jalan yang dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Bagian yang berguna untuk lalu lintas :
 - Jalur lalu lintas
 - Lajur lalu lintas
 - Bahu jalan

- Trotoar
 - Median
2. Bagian yang berguna untuk drainase jalan :
- Saluran samping
 - Kemiringan melintang jalur lalu lintas
 - Kemiringan melintang bahu jalan
 - Kemiringan lereng
3. Bagian pelengkap jalan :
- Kerb
 - Pengaman tepi
4. Bagian konstruksi jalan :
- Lapisan perkerasan jalan
 - Lapisan pondasi atas
 - Lapisan pondasi bawah
 - Lapisan tanah dasar
5. Daerah manfaat jalan (DAMAJA)
6. Daerah milik jalan (DAMIJA)
7. Daerah pengawasan jalan (DAWASJA)

a) Lebar Lajur

Lebar Lajur lalu lintas merupakan bagian yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan. Besarnya lebar lajur lalu lintas hanya dapat ditentukan dengan pengamatan langsung dilapangan.

Pada umumnya lebar lajur ditentukan berdasarkan jalur lalu lintas normal yang besarnya 3,5 dua lajur dengan dua arah masih memungkinkan ruang bebas diijinkan diantara truk atau kendaraan komersial lainnya. Untuk jalan dengan lalu lintas yang rendah, maka lebar lajur adalah antara 2,5 sampai 3 m. Lebar lajur diklasifikasikan menurut kelas standarnya seperti terlihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Lebar Lajur

Kelas	1&1*	2	3&3*	4&4*	5&5*
Lebar lajur (m)	3,50	3,25	3,00	2,75	4,5 (1jalur)

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990

b) Bahu Jalan

Bahu jalan adalah bagian manfaat jalan yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang berfungsi :

1. Ruangan untuk tempat berhenti sementara kendaraan yang mogok atau yang sekedar berhenti pengemudi ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan ditempuh, atau untuk istirahat.
2. Ruangan untuk menghindarkan diri dari saat-saat darurat, sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.
3. Memberikan kelegaan pandangan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan yang bersangkutan.
4. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping sehingga tidak mudah tergerus atau terkikis.
5. Ruangan pembantu pada waktu mengadakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan (untuk menempatkan alat-alat atau pemeliharaan bahan material).
6. Ruangan untuk lintasan kendaraan-kendaraan patroli, ambulan yang sangat dibutuhkan pada keadaan darurat.

Lebar bahu jalan harus ditentukan dengan mempertimbangkan manfaat maupun biaya penggunaannya. Bagaimanapun juga bahu jalan harus memenuhi lebar minimum mutlak yang diperlihatkan pada tabel 2.8

Tabel 2.8 Lebar Bahu Jalan

Kelas	1&1*	2	3&3*	4&4*	5&5*
Lebar min mutlak	1,25	1,00	0,75	0,75	0,75
Yang diperlukan (m)					

Lebar bahu jalan yang diinginkan (m)	3,00	2,50	2,50	1,50	1,50
--------------------------------------	------	------	------	------	------

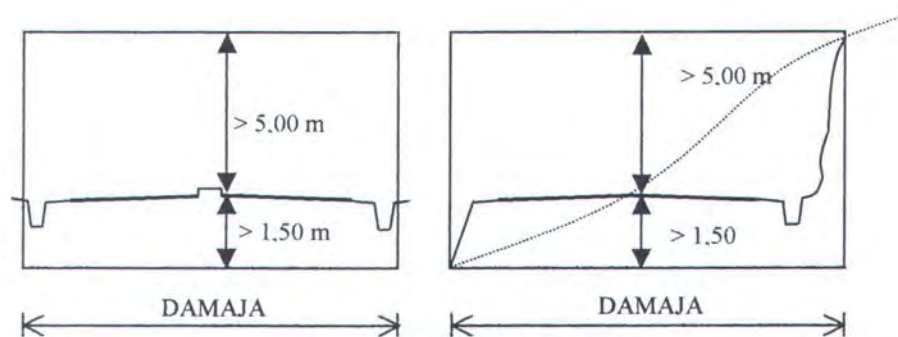
Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990

c) Damaja, Damija, Dawasja

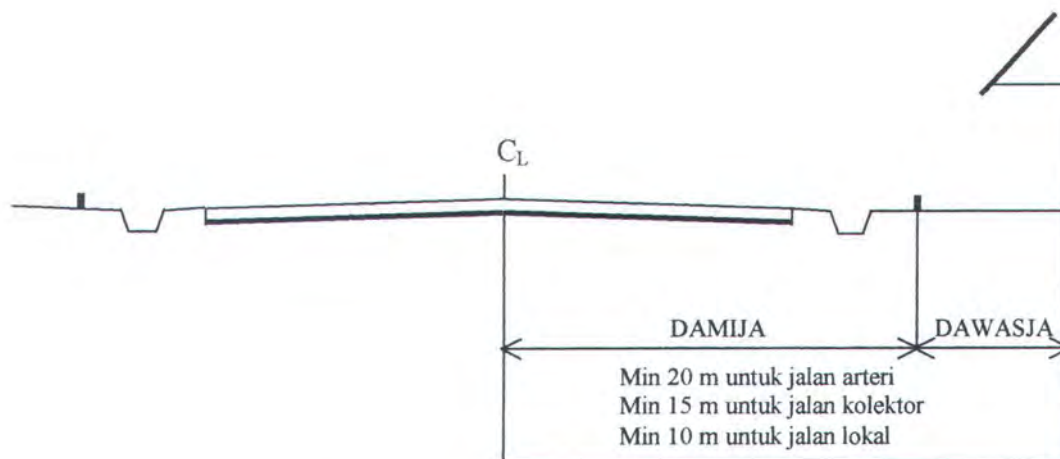
Daerah manfaat jalan (DAMAJA) adalah ruangan sepanjang jalan yang diatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman ruang bebas tertentu yang ditetapkan oleh pembina jalan. Sedangkan daerah milik jalan (DAMIJA) adalah lahan yang dimiliki pemerintah yang akan digunakan untuk jalan.

Daerah pengawasan jalan (DAWASJA) adalah sejalar tanah tertentu yang terletak diluar DAMIJA, yang penggunaannya diawasi oleh pembina dengan maksud agar tidak mengganggu pandangan pengemudi dan konstruksi bangunan pelengkap jalan.

Ketentuan ukuran untuk DAMIJA, DAMAJA, DAWASJA dapat dilihat pada gambar 2.1 dan Gambar 2.2



Gambar 2.1 DAMAJA



Gambar 2.2 DAMIJA dan DAWASJA

2.3.3 Analisa Kapasitas Jalan

Tujuan utama dari analisa ini adalah menentukan lebar jalan yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu lintas yang dikehendaki, sekarang dan yang akan datang. Langkah – langkah analisa yang kebutuhan lebar jalan untuk jalan luar kota adalah sebagai berikut :

a) Menentukan Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar adalah kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometrik, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan). Sedangkan segman jalan adalah panjang jalan yang mempunyai karakteristik yang sama pada seluruh panjangnya. Titik dimana karakteristik jalan berubah, secara otomatis menjadi batas segmen sekalipun tidak ada hambatan samping di dekatnya. Untuk dapat mengetahui harga dari kapasitas dasar dapat dilihat pada tabel 2.9

Tabel 2.9 Kapasitas Dasar Pada Jalan Luar Kota

Tipe jalan/tipe alinyemen	Kapasitas dasar total kedua arah (smp/jam)
Empat lajur terbagi	
- datar	1900
- bukit	1850

- gunung	1800
Dua lajur tak terbagi	
- datar	3100
- bukit	3000
- gunung	2900

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 untuk jalan luar kota

b) Faktor Penyesuaian Kapasitas Lebar Lajur Lalu Lintas

Menentukan tabel penyesuaian akibat lebar lalu lintas berdasarkan lebar efektif jalur lalu lintas dapat dilihat pada tabel 2.10

Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas

Tipe jalan	Lebar efektif (per lajur) jalur lalu lintas (W_e) (m)	FCw
Empat lajur terbagi	3	0,91
	3,25	0,96
	3,5	1
	3,75	1,03

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 untuk jalan luar kota

c) Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah

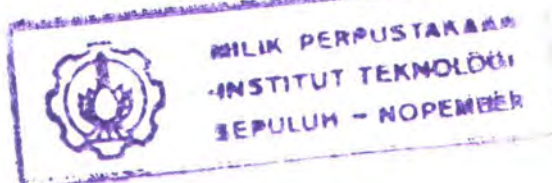
Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan dua arah dinyatakan sebagai prosentase dari arah arus total pada masing – masing arah. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah dari tabel 2.11

Tabel 2.11 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{SP})

Pemisah arah SP % - %		50-50	55-45	60-40	63-65	70-73
FCsp	Empat lajur 4/2	1	0,975	0,95	0,91	0,9
	Dua lajur 2/2	1	0,97	0,91	0,91	0,88

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 untuk jalan luar kota

d) Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping



Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan disamping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas, misalnya : pejalan kaki, penghentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya, kendaraan masuk dan kendaraan keluar di samping jalan dan kendaraan lambat.

Tabel 2.12 Kelas Hambatan Samping

Kelas hambatan samping	Kode	Bobot frekuensi dari kejadian (kedua sisi)	Kondisi kelas
Sangat rendah	VL	< 50	Pedesaan : pertanian atau belum berkembang.
Rendah	L	50 – 150	Pedesaan : beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan.
Sedang	M	150 – 250	Kampung : kegiatan pemukiman.
Tinggi	H	250 – 350	Kampung : beberapa kegiatan pasar.
Sangat tinggi	VH	> 350	Hampir perkotaan : banyak pasar atau kegiatan niaga.

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 untuk jalan luar kota

Tabel 2.13 Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FC_{SF})

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC_{SF})			
		Lebar bahu efektif (Ws)			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,99	1,0	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 untuk jalan luar kota

e) Menentukan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada.

Rumus :

$$C = C_o \times F_{Cw} \times F_{Csp} \times F_{Csf} \text{ (smp/jam) } \dots\dots\dots \text{ pers. 2.4}$$

Dimana :

C : Kapasitas

C_o : Kapasitas dasar

F_{Cw} : Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

F_{Csp} : Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

F_{Csf} : Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

f) Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai ratio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Derajat kejenuhan ini diberi batasan maksimum = 0,75; bila melebihi dari 0,75 maka dianggap jalan sudah tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas.

Rumus yang digunakan :

$$DS = Q / C \dots\dots\dots \text{ pers. 2.1}$$

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas (smp / jam)

C = Kapasitas (smp / jam)

Syarat : $Q / C < 0.75$

Tabel 2.14 Tabel emp Untuk Jalan 4/2 D

Tipe alinyemen	Arus total (kend./jam)		Emp			
	Jalan terbagi	Jalan tak terbagi	MHV	LB	LT	MC
Datar	0	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1000	1700	1,4	1,4	2,0	0,6
	1800	3250	1,6	1,7	2,5	0,8
	≥ 2150	≥ 3950	1,3	1,5	2,0	0,5

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 untuk jalan luar kota

2.3.4 Alinyemen Horisontal

Alinyemen horisontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal Alinyemen Horisontal dikenal juga dengan nama “situasi jalan” atau “trase jalan”. Alinyemen horisontal terdiri dari garis lurus dan garis lengkung. Sedangkan untuk garis lengkung dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja, ataupun busur lingkaran saja.

Perencanaan geometrik pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan dengan kecepatan rencana / FR.

Untuk keselamatan pemakai jalan, maka jarak pandang dan daerah bebas samping jalan harus diperhitungkan juga.

a) Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh tidak lebih dari 2,5 menit pada kecepatan rencana, dengan pertimbangan keselamatan pengemudi akibat dari kelelahan.

Panjang bagian lurus dapat diterapkan sesuai dengan tabel 2.15 dibawah ini

Tabel 2.15 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang bagian lurus maksimum (m)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3000	2500	2000
Kolektor	2000	1750	1500

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990

b) Tikungan

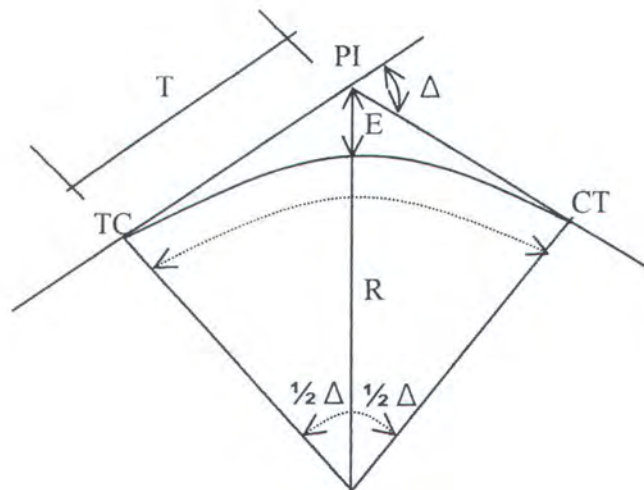
Bentuk bagian lengkung (tikungan) pada suatu jalan dapat berupa :

1. Full Circle (FC)
2. Spiral – Circle – Spiral (SCS)
3. Spiral – Spiral (SS)

* Lengkung Full Circle (FC)

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangen yang relatif kecil. Adapun batasan yang dipakai tercantum pada tabel 2.16. Untuk tikungan yang jari-jarinya lebih kecil dari harga yang tercantum di tabel tersebut, maka bentuk tikungan yang dipakai adalah Spiral – Circle – Spiral.

Keterangan dan rumus untuk bentuk full circle ada pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Tikungan full circle

Keterangan pada gambar 2.3

$$T = R \operatorname{Tg} \frac{1}{2} \Delta \dots \dots \dots \text{pers. 2.6}$$

$$E_c = T \tan \frac{1}{4} \Delta \dots \dots \dots \text{pers. 2.7}$$

$$L = \frac{\Delta}{360} 2 \pi R \dots \dots \dots \text{pers. 2.8}$$

PI = Point of intersection (Perpotongan kedua garis tangen)

TC = Tangen Circle, yaitu peralihan dari bentuk lurus ke circle

CT = Circle Tangen, yaitu peralihan dari circle ke lurus

R = Jari-jari circle

Δ = Sudut perpotongan kedua garis tangen

T = Jarak antara TC atau CT ke PI (m)

L = Panjang bagian lengkung (m)

E = Jarak PI ke lengkung peralihan (m)

* Lengkung Spiral – Circle – Spiral

Pada lengkung SCS dikenal adanya lengkung peralihan (L_s), yaitu lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R, berfungsi mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung berjari-jari tetap (R) sehingga sentrifugal yang bekerja pada

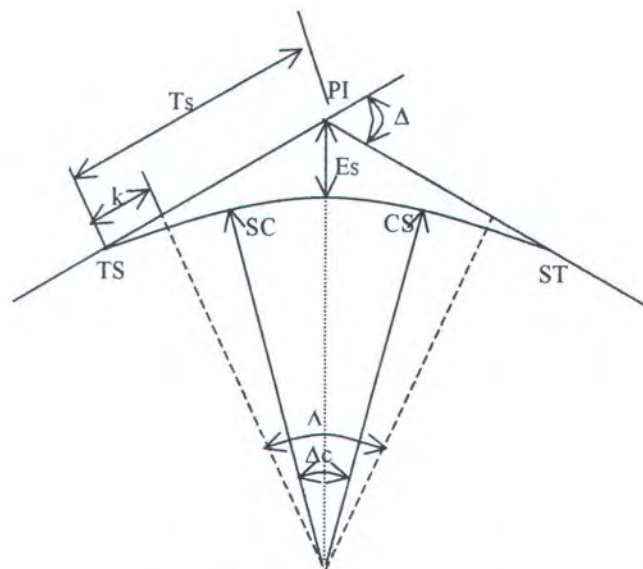
kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur. baik ketika kendaraan mendekati maupun meninggalkan tikungan.

Panjang lengkung peralihan (L_s) dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.16.

Tabel 2.16 L_{\min} lengkung peralihan, R_{\min} yang tidak perlu lengkung peralihan
 R_{\min} Untuk e_n

V r (km/jam)	L_{\min} lengkung peralihan	R_{\min} yang tidak perlu lengkung peralihan	R_{\min} untuk e_n
80	70	900	3500
60	50	500	2000
50	45	350	1300
40	35	250	800
30	25	130	500
20	20	60	200

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990



Gambar 2.4 Tikungan Spiral – Circle – Spiral

Keterangan dan rumus untuk bentuk spiral – circle – spiral adalah sebagai berikut :

TS = Tangen Spiral, yaitu titik peralihan dari lurus ke spiral
SC = Spiral Circle, yaitu titik peralihan dari spiral ke circle
CS = Circle Spiral, yaitu titik peralihan dari circle ke spiral
ST = Spiral Tangen, yaitu titik peralihan dari spiral ke bentuk lurus

Lc = Panjang lengkung circle

Ls = Panjang lengkung spiral

Δ = Sudut perpotongan kedua garis tangen

Δc = Sudut pusat busur lingkaran SC - CS

θc = Sudut pusat lengkung spiral TS – SC atau ST – CS

Sudut yang dibentuk oleh garis singgung pada SC dengan tangen TS – PI atau TS dengan ST – PI

$\Delta c = \Delta - 2\theta s$ pers. 2.9

$x = Ls - (Ls^3 / 40 R_s^2)$ pers. 2.10

$y = Ls^2 / 6Rc$ pers. 2.11

$\theta s = \frac{90.Ls}{\pi.Rc}$ pers. 2.12

$p = y - Rc (1 - \cos \theta s)$ pers. 2.13

$k = x - Rc \sin \theta s$ pers. 2.14

$Ts = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k$ pers. 2.15

$Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc$ pers. 2.16

$Lc = \frac{(\Delta c - 2\theta s)}{180} \times \pi \times Rc$ pers. 2.17

$L_{tot} = Lc + 2 Ls$ pers. 2.18

Bentuk tikungan spiral – circle – spiral ini tidak digunakan apabila harga :

▪ $Lc < 20 m$ pers. 2.19

▪ $2 Ts > L$ pers. 2.20

▪ $L < 2Ls + Lc$ pers. 2.21

* Lengkung Spiral – Spiral

Bentuk tikungan jenis ini dipergunakan pada tikungan yang tajam Adapun rumus – rumus yang digunakan semuanya sama dengan rumus pada bentuk lengkung SCS. Yang perlu diingat bahwa $\Delta c = 0$ dan $L_c = 0$, sehingga :

$$\Delta = 2 \theta_s$$

$$L = 2L_s$$

$$L_s = \frac{\theta_s \times R_c}{180/2\pi} \dots\dots\dots \text{pers. 2.22}$$

c) Kemiringan melintang permukaan (superelevasi) pada lengkung horizontal.

Bila kendaraan melintasi suatu lengkungan dengan bentuk lingkaran maka kendaraan akan didorong keluar secara radial oleh gaya sentrifugal, gaya sentrifugal ini diimbangi oleh :

- Komponen berat kendaraan yang diakibatkan oleh kemiringan melintang (superelevasi)
- Gesekan kesamping (side friction) antara ban kendaraan dengan perkerasan jalan.

Rumus umum yang menunjukkan hubungan antara berat kendaraan dan gaya gesekan kesamping, kecepatan rencana serta jari - jari lengkung adalah sebagai berikut :

$$e_m + f = \frac{v^2}{127R} \dots\dots\dots \text{pers. 2.23}$$

Dimana :

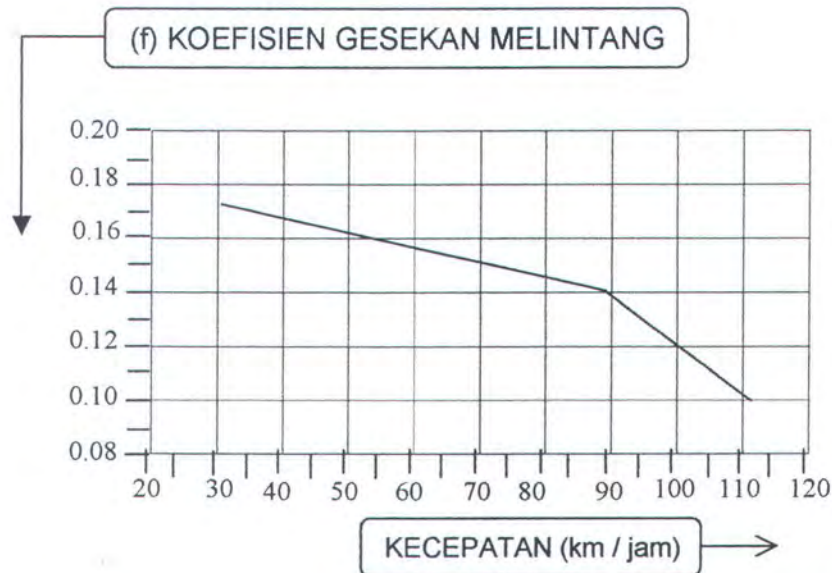
e_m = Kemiringan melintang jalan

f = koefisien gesekan melintang

R = jari - jari lengkung

V = kecepatan rencana

Untuk menentukan koefisien gesek melintang (f) dapat dilihat pada gambar 2.5 yaitu grafik nilai (f)



Gambar 2.5 Grafik nilai (f) untuk $e_m = 6\%, 8\%$ dan 10% (menurut AASHTO)

Super elevasi diberikan berdasarkan kecepatan rencana dan jari -
jari kelengkungan seperti pada tabel 2.17

Tabel 2.17 Super Elevasi

	Kecepatan rencana						Super Elevasi (%)
	80	60	50	40	30	20	
J A R I	$230 \leq$	$120 \leq$	$80 \leq$	$50 \leq$	-	-	10
	> 180	> 150	< 100	< 65	-	-	
R I	$280 \leq$	$150 \leq$	$100 \leq$	$65 \leq$	-	-	9
	< 330	< 190	< 130	< 80	-	-	
J A R I	$330 \leq$	$190 \leq$	$130 \leq$	$80 \leq$	$30 \leq$	$19 \leq$	8
	< 450	< 230	< 130	< 100	< 40	< 20	
R I	$380 \leq$	$230 \leq$	$160 \leq$	$100 \leq$	$40 \leq$	$20 \leq$	7
	< 450	< 270	< 200	< 130	< 60	< 30	
L E	$450 \leq$	$270 \leq$	$200 \leq$	$130 \leq$	$60 \leq$	$30 \leq$	6
	< 540	< 330	< 240	< 160	< 80	< 50	
L E	$540 \leq$	$330 \leq$	$240 \leq$	$160 \leq$	$80 \leq$	$30 \leq$	5
	< 670	< 420	< 310	< 120	< 110	< 50	

N G K U G	$670 \leq$ < 870	$420 \leq$ < 560	$310 \leq$ < 410	$210 \leq$ < 280	$110 \leq$ < 150	$50 \leq$ < 70	4
	$870 \leq$ < 1240	$560 \leq$ < 800	$410 \leq$ < 590	$280 \leq$ < 400	$150 \leq$ < 220	$70 \leq$ < 700	
	$1240 \leq$ < 3500	$800 \leq$ < 2000	$590 \leq$ < 1300	$400 \leq$ < 800	$220 \leq$ < 500	$100 \leq$ < 200	2

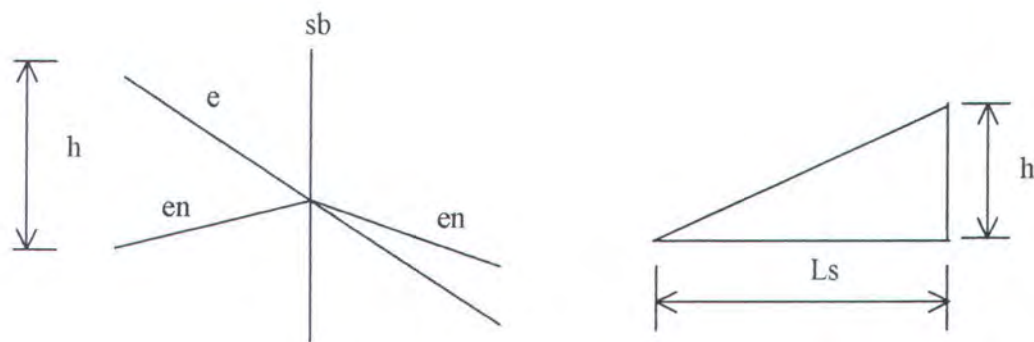
Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina

Marga 1990

d) Landai Relatif

Proses pencapaian kemiringan melintang sebesar super elevasi dari kemiringan melintang normal (e_n) pada jalan lurus sampai kemiringan melintang sebesar superelevasi pada lengkung berbentuk busur lingkaran, menyebabkan peralihan tinggi perkerasan sebelah luar dari elevasi kemiringan normal pada jalan lurus ke elevasi sesuai dengan kemiringan superelevasi pada busur lingkaran.

Landai relatif ($1/m$) adalah besarnya kelandaian akibat perbedaan elevasi tepi perkerasan sebelah luar sepanjang lengkung peralihan.



Gambar 2.6 Landai relatif

Dari gambar 2.6 diatas terlihat bahwa :

$$\text{Landai relatif } \frac{1}{m} = \frac{h}{L_s} = \frac{(e_m + e_n)B}{L_s} \dots\dots\dots \text{pers. 2.24}$$

Dimana :

$1/m$ = landai relatif

L_s = Panjang lengkung peralihan

B = Lebar jalur satu arah (m)

e_m = Super elevasi

e_n = Kemiringan melintang normal

Besarnya landai maksimum dipengaruhi oleh kecepatan dan tingkah laku pengemudi. Tabel 2.18 memberikan beberapa nilai kelandaian relatif maksimum berdasarkan empiris, sesuai yang diberikan Bina Marga (luar kota).

Tabel 2.18 Landai relatif maksimum antara tepi perkerasan

Vr (km/jam)	80	60	50	40	30	20
Landai relative	1/150	1/125	1/115	1/100	1/75	1/50

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990

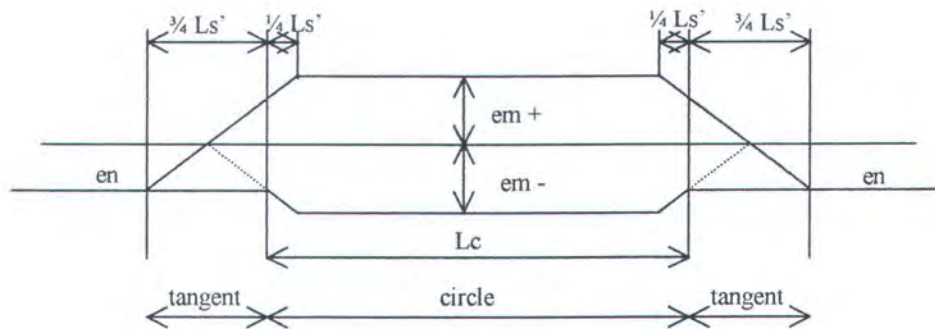
e) Diagram Super Elevasi

Diagram super elevasi menggambarkan pencapaian super elevasi dari lereng normal ke super elevasi penuh, sehingga dengan mempergunakan diagram super elevasi dapat ditentukan bentuk penampang melintang pada setiap titik di suatu lengkung horisontal yang direncanakan.

Ada tiga cara penggambaran diagram super elevasi :

1. Profil sumbu (as jalan) sebagai sumbu putar
2. Tepi dalam sebagai sumbu putar
3. Tepi luar sebagai sumbu putar

Cara 1, Yaitu as jalan sumbu putar adalah cara yang paling umum digunakan di Indonesia. Gambar dibawah menunjukkan penggambaran diagram superelevasi pada ketiga jenis lengkung horisontal.



Gambar 2.7 Super elevasi Full Circle

Keterangan :

Ls' = panjang lengkung peralihan fiktif

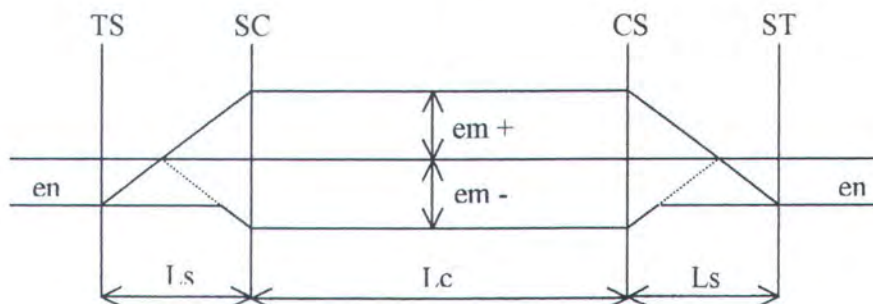
$Ls' = B \cdot e_m \cdot m$

Dimana :

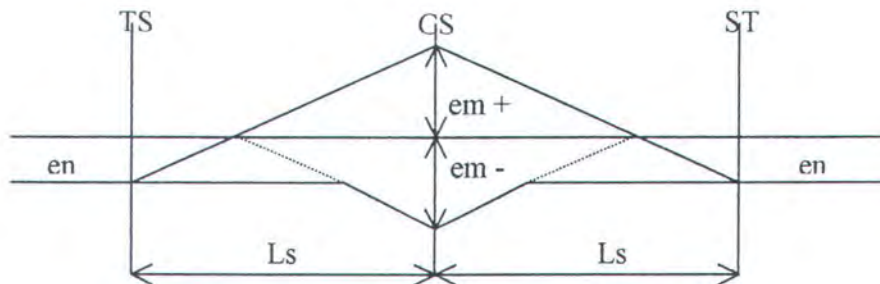
B = lebar perkerasan

e_m = kemiringan melintang relatif

m = $1 / \text{landai relatif maksimum}$



Gambar 2.8 Superelevasi Spiral - Circle - Spiral



Gambar 2.9 Superlevasi Spiral – Spiral

f) Pelebaran perkerasan pada lengkung horisontal

Pelebaran perkerasan pada tikungan dilakukan untuk mempertahankan kendaraan tetap pada lintasannya sebagaimana pada bagian lurus. Hal ini terjadi karena pada kecepatan tertentu kendaraan pada tikungan cenderung untuk keluar jalur (off tracking) akibat posisi roda depan dan roda belakang yang tidak sama. Karena pada waktu membelok pengemudi akan membelokkan kendaraannya dengan memberikan sudut belok pada roda depan sehingga roda belakang akan mempunyai lintasan yang lebih kedalam daripada roda depan pada kecepatan rendah dan ke arah luar pada kecepatan tinggi.

Rumus dibawah ini dipergunakan untuk menentukan lebar perkerasan tambahan.

$$B = R_w - R_i \dots\dots\dots \text{pers. 2.25}$$

$$R_i + b = \sqrt{R_w^2 - (a + u_1)^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.26}$$

$$B = R_w + b - \sqrt{R_w^2 - (a + u_1)^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.27}$$

$$R_c^2 = (R_i + b/2)^2 + (a + u_1)^2 \dots\dots\dots \text{pers. 2.28}$$

$$R_i = -b/2 + \sqrt{R_c^2 - (a + u_1)^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.29}$$

$$R_w = \sqrt{\left[\sqrt{R_c^2 - (a + u_1)^2} + b/2 \right]^2 + (a + u_1)^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.30}$$

$$B = R_w + b/2 - \sqrt{R_c^2 - (a + u_1)^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.31}$$

Tambahan perkerasan didapat sebagai berikut $m = B - b$ dimana :

m = tambahan lebar perkerasan

B = lebar yang ditempati kendaraan

R_c = Jari – jari lengkung untuk satu jalan

L = panjang mobil

b = lebar mobil

a = jarak gandar mobil

R_w = jari – jari lengkung untuk lintasan luar yang ditempuh mobil

R_i = jari – jari lengkung untuk lintasan dalam yang ditempuh mobil

A = sudut belokan pada roda depan mobil

u_1 = tonjolan depan mobil

u_2 = tonjolan belakang mobil

Tabel 2.19 Pelebaran Jari – Jari

Jari – jari tikungan		Pelebaran
Kelas 1	Kelas 2, 3,4	Per lajur (m)
$280 > R > 150$	$160 > R \geq 90$	0,25
$150 > R \geq 100$	$90 > R \geq 60$	0,50
$100 > R \geq 70$	$60 > R \geq 45$	0,75
$70 > R \geq 50$	$45 > R \geq 32$	1,00
	$32 > R \geq 26$	1,25
	$26 > R \geq 21$	1,50
	$21 > R \geq 19$	1,75
	$19 > R \geq 16$	2,00
	$16 > R \geq 15$	2,25

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990

g) Kebebasan samping

Jarak pandang pengemudi pada lengkung horizontal (ditikungan) adalah pandangan bebas pengemudi dari halangan benda – benda disisi jalan (daerah bebas samping). Untuk itu lajur sebelah dalam tikungan harus memenuhi syarat – syarat bebas halangan, sehingga tercapai jarak pandangan yang aman sesuai dengan kecepatan rencana.

Ada 2 keadaan yang harus ditinjau dalam menentukan jarak bebas halangan dari suatu sumbu lajur dalam, yaitu :

1. Keadaan di mana jarak pandang lebih kecil daripada panjang tikungan ($S < L$).
2. Keadaan di mana jarak pandang lebih besar daripada panjang tikungan ($S > L$).

Pada tikungan tidak harus selalu dilengkapi dengan kebebasan samping, hal ini tergantung :

- Jari – jari tikungan (R)
- Kecepatan rencana (V_r)
- Keadaan medan lapangan

Seandainya menurut perhitungan diperlukan akan adanya kebebasan samping, akan tetapi keadaan medan tidak memungkinkan, maka diatasi dengan memberikan rambu peringatan sehubungan dengan kecepatan yang diijinkan.

2.3.5. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan alinyemen vertical akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negative (turunan), sehingga kombinasi berupa lengkung cembung dan lengkung cekung. Disamping kedua lengkung tersebut ditemui pula kelandaian = 0 (datar)

a) Kelandaian pada alinyemen vertikal jalan

Landai jalan adalah besaran yang menunjukkan besarannya kenaikan atau penurunan vertikal dalam satuan jarak horizontal dan dinyatakan dalam persen.

Untuk membatasi pengaruh perlambatan kendaraan truk terhadap arus lalu lintas, maka ditetapkan landai maksimum untuk kecepatan rencana tertentu seperti terdapat pada tabel 2.20 yang dibedakan atas kelandaian maksimum standar dan kelandaian maksimum mutlak.

Tabel 2.20 Kelandaian Maksimum

Kecepatan Rencana (Vr = km/jam)	40	50	60	80
Kelandaian maks. Standar (%)	7	6	5	4
Kelandaian maks. Mutlak (%)	11	10	9	8

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990

Landai maksimum saja tidak cukup merupakan faktor penentu dalam perencanaan alinyemen vertikal, karena jarak yang pendek memberikan factor pengaruh yang berbeda dibandingkan dengan jarak yang panjang pada kelandaian yang sama. Tabel 2.21 memberikan panjang kritis yang disarankan oleh Bina Marga.

Tabel 2.21 Panjang untuk kelandaian yang melebihi kelandaian maksimum standar

Kecepatan Rencana (Km/jam)											
80		60		50		40		30		20	
5 %	500m	6 %	500m	7 %	500m	8 %	420m	9 %	340m	10%	250m
6 %	500m	7 %	500m	8 %	420m	9 %	340m	10%	250m	11%	250m
7 %	500m	8 %	420m	9 %	340m	10%	250m	11%	250m	12%	250m
8 %	420m	9 %	340m	10%	250m	11%	250m	12%	250m	13%	250m

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990

b) Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal adalah lengkung yang digunakan untuk mengadakan peralihan secara berangsur - angsur dari suatu landai kelandai berikutnya. Lengkung vertical direncanakan untuk merubah secara bertahap perubahan dari dua macam kelandaian arah memanjang jalan pada setiap lokasi yang diperlukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi goncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti yang cukup, untuk keamanan dan kenyamanan.

Lengkung vertical terdiri dari dua jenis yaitu :

- Lengkung Cembung

Panjang minimal lengkung vertikal cembung adalah berdasarkan jarak pandang dan penyerapan terhadap goncangan pada puncak lengkung. Rumus - rumus yang dipakai adalah sebagai berikut :

- Panjang lengkung vertikal cembung adalah berdasarkan jarak pandang henti :

$$L_{vc} = (D^2 \cdot (i_1 - i_2)) / 398 \dots \text{pers. 2.32}$$

Dimana : D = jarak pandang henti

$i_1 - i_2$ = perbedaan aljabar untuk kelandaian (%) = Δ

- Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan penyerapan goncangan :

$$L_{vc} = (V^2 \cdot (i_1 - i_2)) / 360 \dots \text{pers. 2.33}$$

Dimana : V = kecepatan rencana (km/jam)

Tabel 2.22 menunjukkan panjang lengkung vertical cembung berdasarkan penyerapan goncangan dari Bina Marga.

Tabel 2.22 Perhitungan Panjang Lengkung Vertikal Cembung

Vr (km/jam)	Lvc Penerapan Goncangan	Lvc Jarak Pandang Henti	Panjang Rencana Dari Vertikal Cembung (m)
80	17,8 Δ	36,2 Δ	35,0 Δ
60	10,0 Δ	14,1 Δ	14,0 Δ



50	7,0 Δ	7,6 Δ	8,0 Δ
40	4,4 Δ	4,0 Δ	4,5 Δ
30	2,5 Δ	1,6 Δ	2,5 Δ
20	1,1 Δ	0,6 Δ	1,0 Δ

Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota Bina Marga 1990

- Panjang minimum berdasarkan keluwesan jalan

$$L_{vc} = 0,6 V_r \dots \dots \dots \text{pers. 2.34}$$

- Panjang minimum berdasarkan drainase

$$L_{vc} = 40 \Delta \dots \dots \dots \text{pers. 2.35}$$

- Lengkung cekung

Ada empat kriteria sebagai pertimbangan yang dapat digunakan, yaitu :

1. jarak pandangan penyinaran lampu kendaraan
2. kenyamanan pengemudi
3. ketentuan drainase
4. penampilan secara umum

- Berdasarkan jarak penyinaran lampu depan dibedakan atas dua keadaan :

1. jarak pandang akibat lampu depan $< L$ ($S < L$)

$$L_{vc} = \frac{\Delta S^2}{120 + 3,5 S} \dots \dots \dots \text{pers. 2.36}$$

2. jarak pandang akibat lampu depan $> L$ ($S > L$)

$$L_{vc} = 2 S - \frac{120 + 3,5 S}{\Delta} \dots \dots \dots \text{pers. 2.37}$$

Dimana : S = jarak pandang

Δ = beda grade

- berdasarkan penyerapan guncangan

$$L_{vc} = (V^2 \cdot (i_1 - i_2)) / 360 \dots \dots \dots \text{pers. 2.38}$$

Dimana : V = kecepatan rencana (km/jam)

- berdasarkan keluwesan bentuk jalan dan persyaratan drainase sama dengan rumus untuk lengkung vertikal cembung.

c. Pedoman umum perencanaan alinyemen vertikal

- Aman dan nyaman.
- Pertimbangan topografi sangat diperlukan atas dasar biaya dalam pekerjaan tanah dan pengembangan jalan di masa yang akan datang.

2.3.6. Pembatasan Umum Untuk Alinyemen Horisontal dan Vertikal

- Tikungan tajam tidak boleh terdapat lengkung vertikal cembung.
- Perubahan alinyemen horizontal sebaiknya dibuat pada lengkung vertikal cekung, di mana perubahan arah dapat langsung dilihat oleh pengemudi.

2.4. Perencanaan Tebal Perkerasan

2.4.1. Umum

Perkerasan jalan adalah suatu konstruksi yang dibangun diatas tanah dasar dengan maksud menopang beban lalu lintas, tahan terhadap perubahan cuaca yang terjadi. Konstruksi ini terdiri dari lapisan – lapisan yang mempunyai fungsi menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan yang ada dibawahnya hingga ketanah dasar.

Pemilihan konstruksi perkerasan dilakukan secara ekonomis akan tetapi harus dapat mengantisipasi perkembangan lalu lintas dan dampak lingkungan disamping prediksi mengenai komposisi penampilannya.

2.4.2. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas dasar pertimbangan peranan jalan, pola lalu lintas, serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan.

Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis, karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai.

Untuk perencanaan Jalan Lingkar Barat Kota Madiun digunakan umur rencana selama 10 tahun.

2.4.3. Data Lalu – Lintas

Volume lalu – lintas yang melewati suatu titik atau ruas pada fasilitas jalan selama satu tahun dibagi jumlah hari dalam satu tahun. Dalam VLLR (volume lalu lintas rencana) kendaraan tidak bermotor seperti becak, sepeda, cikal tidak diperhitungkan karena pengoperasiannya berbeda dibandingkan kendaraan bermotor dan pengaruhnya terhadap lalu – lintas berubah tergantung volume lalu – lintas.

2.4.4. Angka Ekuivalen

Angka ekuivalen (E) dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan jumlah lintasan sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lbs) yang akan menyebabkan derajat kerusakan yang sama bila beban sumbu tersebut lewat satu kali.

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left[\frac{\text{beban satu sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right]^4 \dots\dots\dots \text{pers. 2.39}$$

$$E_{\text{sumbu ganda}} = \left[\frac{\text{beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160} \right]^4 \dots\dots\dots \text{pers. 2.40}$$

Angka ekivalensi sumbu tunggal dan ganda untuk beban 1000 kg sampai dengan 16000 kg dapat dilihat pada tabel 2.23.

Tabel 2.23 Angka ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan

Sumbu Beban		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6014	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466

8000	17637	0,9238	0,0794
9000	19000	1,0000	0,0860
10000	19841	1,4798	0,1273
11000	22046	2,2555	0,1940
12000	24251	3,3022	0,2840
13000	26455	4,6770	0,4022
14000	28660	6,4419	0,5540
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, DPU, 1987

2.4.5. Lintas Ekuivalen

Lintasan Ekuivalen dipengaruhi LHR, koefisien distribusi kendaraan (C) dan angka ekuivalen (E). Sedangkan koefisien distribusi kendaraan untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana yang ditentukan pada tabel 2.24.

Tabel 2.24 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Jalur Kendaraan	Kendaraan Ringan (< 5 ton)		Kendaraan Berat (> 5 ton)	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,45
5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,040

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, DPU, 1987

2.4.6. Faktor Regional

Faktor regional adalah faktor setempat tentang keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Faktor regional dipengaruhi oleh bentuk kelandaian dan tikungan, persentase kendaraan berat, serta iklim (curah hujan). Penentuan factor regional dapat menggunakan tabel 2.25

Tabel 2.25 Faktor Regional

Curah Hujan	Landai I (< 6 %)		Landai II (6 – 10 %)		Kelandaian III (> 10 %)	
	% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat	
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim I < 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, DPU, 1987

2.4.7. Indeks Permukaan

Indeks permukaan adalah suatu angka yang dipergunakan untuk menyatakan kerataan atau kehalusan dan kekokohan permukaan jalan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu – lintas yang lewat.

Nilai IP sendiri antara 1 sampai dengan 2,5 yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

IP = 1,0 menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu – lintas kendaraan.

IP = 1,5 tingkat pelayanan terendah yang masih memungkinkan.

IP = 2,0 tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.

$IP = 2,5$ menyatakan permukaan jalan yang masih stabil dan mantap, serta cukup baik.

a) Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IP_0)

Penentuan Indeks Permukaan pada awal umur rencana (IP_0), perlu diperhatikan jenis lapisan permukaan jalan pada awal pembukaannya (awal umur rencana), seperti dapat dilihat pada tabel 2.26

Tabel 2.26 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IP_0)

Jenis Lapis Perkerasan	IP_0
LASTON	≥ 4
	3,9 – 3,5
ASBUTON	3,9 – 3,5
	3,4 – 3,0
HRA	3,9 – 3,5
	3,4 – 3,0
BURDA	3,9 – 3,5
BURTU	3,4 – 3,0
LAPEN / LAPIS PENETRASI	3,4 – 3,0
	2,9 – 2,5
LATASBUM	2,9 – 2,5
BURAS	2,9 – 2,5
LATASIR	2,9 – 2,5
JALAN TANAH	≤ 4
JALAN KERIKIL	≤ 4

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, DPU, 1987

b) Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP_t)

Sedangkan dalam penentuan IP pada akhir umur rencana (IP_t), harus dipertimbangkan faktor – faktor klasifikasi fungsional

jalan dan jumlah lintas ekuivalen rencana (LER) yang dapat dilihat pada tabel 2.27

Tabel 2.27 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPT)

LER	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, DPU, 1987

2.4.8. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien relatif dari masing – masing bahan dan kegunaannya ditentukan secara koreksi sesuai nilai dengan Marshall Test (untuk aspal), kuat tekan (untuk bahan dengan stabilitas semen / kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi atau pondasi bawah). Harga – harga koefisien relatif dapat dilihat pada tabel 2.28

Tabel 2.28 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm ²)	CBR (%)	
0,40			744			LASTON
0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			
0,35			744			ASBUTON
0,31			590			
0,28			454			
0,26			340			

0,30			340			HRA
0,26			340			Aspal Makadam
0,25						LAPEN (mekanis)
0,20						LAPEN (manual)
	0,28		590			LASTON Atas
	0,26		454			
	0,24		340			
	0,23					LAPEN (mekanis)
	0,19					LAPEN (manual)
	0,15			22		Stabilitas tanah
	0,13			18		dengan semen
	0,15			22		Stabilitas tanah
	0,13			18		dengan kapur
	0,14				100	Batu pecah (kelas A)
	0,13				80	Batu pecah (kelas B)
	0,12				60	Batu pecah (kelas C)
		0,13			70	Sirtu/Pitrun (kelas A)
		0,12			50	Sirtu/Pitrun (kelas B)
		0,11			30	Sirtu/Pitrun (kelas C)
		0,10			20	Tanah/lempung kepasiran

Catatan :

- * Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke – 7
- * Kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke – 21

Keterangan : MS (Marshall Test), Kt (Kuat Tekan)

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, DPU, 1987

2.4.9 Indeks Tebal Perkerasan

Indeks tebal perkerasan dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$ITP = (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2) + (a_3 \times D_3)$$

Dimana : a_1, a_2, a_3 = koefisien kekuatan relatif

D_1, D_2, D_3 = tebal masing – masing perkerasan

2.4.10 Tebal Minimum Lapis Perkerasan

Untuk menentukan tebal minimum lapis perkerasan dapat dilihat pada tabel 2.29 dan 2.30 dibawah ini

Tabel 2.29 Tebal Minimum Lapis Permukaan Perkerasan

ITP	Tebal Min. (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis Pelindung : BURAS / BURTU / BURDA
3,00 – 6,70	5	LAPEN, HRA, LASBUTAG, LASTON
6,71 – 7,49	7,5	LAPEN, HRA, LASBUTAG, LASTON
7,50 – 9,99	7,5	LASBUTAG, LASTON
> 10	10	LASTON

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, DPU, 1987

Tabel 2.30 Tebal Minimum Lapis Pondasi Atas

ITP	Tebal (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
3,00 – 7,49	20*)	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
7,50 – 9,99	10	LASTON atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi makadam.
10 – 12,14	15	LASTON atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi makadam,

> 12,25	25	LAPEN, LASTON atas. Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi makadam, LAPEN, LASTON atas.
---------	----	---

*) batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, DPU, 1987

2.5. Perencanaan Drainase

2.5.1. Umum

Dalam perencanaan drainase jalan raya dikenal 2 sistem drainase yaitu :

1. Drainase permukaan
2. Drainase dibawah permukaan

Drainase permukaan dimaksudkan untuk menampung, mengalirkan, dan membuang air terutama air hujan agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada. Air hujan yang tidak segera terbuang akan merusak lapisan –lapisan perkerasan jalan dan juga dapat menurunkan nilai daya dukung dari subgrade, karena apabila kadar air subgrademelebihi nilai optimum maka harga CBR dari subgrade tersebut akan mengalami penurunan. Adapun juga fungsi dari drainase tersebut

untuk mencegah terjadinya kemacetan dan menghindari kemacetan akibat permukaan jalan yang tergenang oleh air. Untuk itu maka analisa curah hujan pada periode tertentu sangat diperlukan dan merupakan tahap awal dari perencanaan drainase jalan raya yang baik.

Jadi secara umum dapat ditarik kesimpulan bahwa kedua sistem drainase tersebut dimaksudkan untuk menyelamatkan konstruksi perkerasan jalan yang ada dari pengaruh air yang merugikan.

2.5.2. Cara – cara membuat sistem drainase

Penampang normal pada permukaan maupun drainase dibuat miring keluar dengan maksud agar air hujan segera mungkin mengalir dan terbangun dari permukaan jalan. Air yang tertahan diatas permukaan jalan kalau tidak segera terbangun keluar maka akan masuk kedalam pori – pori material lapisan perkerasan, akibatnya adalah material perkerasan yang pori – porinya mengandung air tadi akan mengembang. Kemudian apabila perkerasan jalan terkena panas, maka air yang ada di pori – pori akan menguap dan material lapisan perkerasan akan menyusut. Jikalau proses mengembang dan menyusut ini berjalan terus - menerus ditambah dengan beban lalu – lintas yang ada diatasnya, maka dapat dipastikan bahwa konstruksi akan menjadi lemah dan menjadikan rusaknya konstruksi perkerasan.

Angka – angka kemiringan melintang normal dari berbagai jenis lapisan permukaan yang lazim dipakai dapat dilihat pada tabel 2.31

Tabel 2.31 Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

Jenis Lapis Permukaan	Kemiringan Normal (i)
Beraspal, Beton	2 % - 3 %
Japat	4 % - 6 %
Kerikil	3 % - 6 %
Tanah	4 % - 6 %

Sumber : SNI – 03 – 3424 – 1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.

Dalam hal ini penetapan kemiringan bahu jalan selain dimaksudkan untuk memberikan jalan keluar terhadap pemecahan masalah drainase permukaan juga untuk secara teknis mencoba menghindarkan pemakai jalan dari kemungkinan – kemungkinan kecelakaan pada kecepatan yang relatif tinggi.

2.5.3. Analisa Hidrologi

a) Data Curah Hujan

Merupakan data curah hujan harian maksimum dalam setahun dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pengairan Propinsi Jawa Timur untuk stasiun hujan yang terdekat. Jumlah data curah hujan paling sedikit dalam jangka 10 tahun.

b) Perhitungan Periode Ulang

Perhitungan periode ulang dari setiap data (kejadian) hidrologi dapat dihitung dengan cara meranking setiap data. Data yang tertinggi dengan $m = 1$ dan berikutnya $m = 2$, dimana m adalah ranking dari data. Data tersebut kemudian dapat dihitung dengan menggunakan rumus dari *Weibull* .

$$T = \frac{N+1}{m} \dots\dots\dots \text{pers. 2.42}$$

Dimana :

T = Periode ulang

N = Jumlah data

Untuk perencanaan saluran tepi jalan SNI menetapkan periode ulang 5 tahun.

c) Waktu Konsentrasi (Time of Consentration)

- Inlet time (overland flow time) = t_1 , yaitu waktu yang diperlukan oleh air limpahan untuk mencapai lokasi fasilitas drainase (inlet), dari titik terjauh yang terletak di Catchment Area.
- Time of Flow (Channel / ditch flow time) = t_2 , yaitu waktu yang diperlukan oleh air limpahan untuk mengalir melalui side ditch.

Jadi time of concentration = inlet time + time of flow

Rumus untuk inlet time (t_1)

$$t_1 = \left\{ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right\}^{0,167} \dots\dots\dots \text{pers. 2.43}$$

Dimana :

- t_1 = Inlet time (menit)
- L = Panjang dari titik terjauh sampai ke drainase
- s = Grade dari daerah pengaliran
- nd = Koefisien penghambat

Tabel 2.32 Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Penghambat

Kondisi Lapisan Permukaan	Nd
Lapisan semen dan aspal	0,013
Permukaan licin dan kedap air	0,020
Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,100
Padang rumput dan rerumputan	0,40
Hutan gundul	0,60
Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,80

Sumber : SNI – 03 – 3424 – 1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase
Permukaan Jalan.

Rumus untuk time flow (t_2)

$$\text{Dimana : } t_2 = \frac{L}{60 \times V} \dots\dots\dots \text{pers. 2.44}$$

L = Panjang saluran (m)

V = Kecepatan rata – rata (m/s)

Kecepatan rata – rata tersebut diperoleh dari rumus Mannings, yaitu :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots \text{pers. 2.45}$$

Dimana :

- V = Kecepatan rata – rata
n = Koefisien kekerasan
R = Jari – jari hidraulik (m)
i = Gradien permukaan air

Tabel 2.33 Harga n Untuk Rumus Manning

No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
S ALURAN BUATAN					
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,17	0,02	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,23	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding bebatuan, tidak lurus, tidak teratur	0,02	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang diledakkan ada tumbuh - tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah sisi saluran bebatuan	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,02	0,025	0,028	0,030
SALURAN ALAM					
8	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
9	Seperti no.8 tetapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Melengkung, bersih, berlubang dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no 10 dangkal, tidak teratur	0,40	0,045	0,050	0,055
12	Seperti no 10 berbatu dan ada	0,035	0,040	0,045	0,060

	tumbuh - tumbuhan				
13	Seperti no 11 sebagian batu	0,045	0,050	0,055	0,060
14	Aliran pelan banyak tumbuh – tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh – tumbuhan, saluran buatan, beton atau batu kali	0,075	0,100	0,125	0,150
16	Saluran pasangan batu tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti no 16 tetapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pra cetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pra cetak dengan acuan kayu	0,013	0,016	0,016	0,018

Sumber : SNI – 03 – 3424 – 1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase
Permukaan Jalan.

d) Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan yang jatuh pada saat tertentu (mm/jam; cm/menit dan lain sebagainya). Intensitas curah hujan dihitung menurut rumus Mononobe sebagai berikut:

$$R_T = R + \frac{S_x}{S_n} (Y_T - Y_N) \dots\dots\dots \text{pers. 2.46}$$

$$I = \frac{90\% \cdot R_T}{4} \dots\dots\dots \text{pers. 2.47}$$

Keterangan :

R_T = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T (mm)/24 jam

R = Nilai rata – rata aritmatik hujan komulatif

S_x = Standar deviasi

Y_T = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang

Y_N = Nilai yang tergantung pada n

S_N = Standar deviasi merupakan fungsi n

I = Intensitas curah hujan

e) Catchment Area

Catchment area adalah suatu daerah pengaliran, area tempat air hujan berkumpul, dengan salah satu batasnya alinyemen jalan itu sendiri. Luas catchment area dihitung berdasarkan peta topografi untuk perencanaan saluran pada umumnya diambil titik terjauh dari catchment area sejauh maksimum 100m.

f) Koefisien Pengaliran (c)

Harga koefisien pengaliran (c) bergantung pada :

- Kondisi lapangan permukaan
- Kemiringan
- Kondisi tanah, dll

$$C_{\text{total}} = \frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i} \dots \dots \dots \text{pers. 2.48}$$

Dimana :

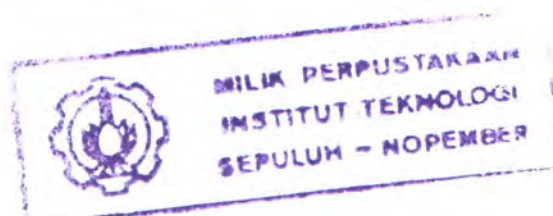
C_i = Koefisien pengaliran

A_i = Luas lahan pengaliran (m^2)

Dibawah ini diberikan tabel ... yang memberikan gambaran besarnya koefisien pengaliran.

Tabel 2.34 Hubungan Kondisi Permukaan Tanah Dengan Koefisien Pengaliran (C)

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 - 0,70
Bahu jalan :	
• Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
• Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20



• Batuan masif keras	0,70 – 0,85
• Batuan masif lunak	0,60 – 0,75
Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
Daerah pinggir kota	0,60 – 0,70
Daerah industri	0,60 – 0,90
Pemukiman padat	0,40 – 0,60
Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60
Taman dan kebun	0,20 – 0,40
Persawahan	0,45 – 0,60
Perbukitan	0,70 – 0,80
Pegunungan	0,75 – 0,90

Sumber : SNI – 03 – 3424 – 1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase
Permukaan Jalan.

g) Analisa Debit Banjir

Besarnya debit banjir (debit hujan) dapat dihitung dengan metode rasional sebagai berikut :

Rumus metode rasional

$$Q = \frac{1}{36} \cdot C \cdot I \cdot A \dots \dots \dots \text{pers. 2.49}$$

Dimana :

Q = Debitnya maksimum dengan masa ulang t tahun
(m³/det)

I = Intensitas hujan yang dihitung dengan rumus monobe
yang lamanya tergantung waktu konsentrasi (T_C) /
(mm/jam)

C = Koefisien pengaliran

A = Luas daerah pengaliran (km²)

2.5.4. Dimensi Saluran Samping

Side ditch harus diperhitungkan sedemikian rupa sehingga mampu untuk :

- Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan perkerasan jalan .
- Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari daerah penguasaan jalan.

Bentuk side ditch dipilih berdasarkan pertimbangan – pertimbangan antara lain :

- Kondisi tanah dasar.
- Kecepatan aliran.
- Dalam atau dangkalnya kedudukan air tanah.

Pada umumnya side ditch dibuat mengikuti kelandaian. Pada keadaan dimana bagian – bagian jalan mempunyai alinyemen vertikal yang tajam ($\text{grade} \geq 5\%$), maka kecepatan aliran pada side ditch (dengan side ditch $\pm 5\%$) akan menjadi besar. Untuk menghindari tergerusnya side ditch oleh aliran air, maka side ditch tersebut sebaiknya dibuat dari pasangan batu.

Rumus yang dipakai :

$$A = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots \text{pers. 2.50}$$

Dimana ;

A = Luas aliran (m^2)

Q = Debit (m^3/det)

V = Kecepatan rata – rata (m/det) dihitung dengan rumus manning.

Yang perlu diperhatikan dalam merencanakan side ditch antara lain ;

- Kecepatan aliran didalam side ditch tidak boleh terlalu besar sebab akan menyebabkan scouring (penggerusan).
- Sebaiknya kecepatannya pun tidak boleh terlalu kecil sebab akan menyebabkan pengendapan pada dasar side ditch.

Tabel 2.35 Kecepatan aliran Air Yang Diijinkan Berdasarkan Jenis Material

Jenis Bahan	Kecepatan Aliran Air Yang Diijinkan (m/det)
Pasir halus	0,45

Lempung kepasiran	0,50
Lanau aluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu – batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50
Beton bertulang	1,50

Sumber : SNI – 03 – 3424 – 1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase
Permukaan Jalan.

2.6. Analisa Penetapan Rute

2.6.1. Pemilihan Rute

Fase terakhir dari proses perhitungan lalu lintas adalah untuk memastikan kemampuan sistem pengangkutan terhadap perkiraan lalu lintas di tahun-tahun yang akan datang. Antara 2 daerah A dan B, mungkin terdapat rute alternatif yang dapat diikuti, dengan perbedaan panjang dan karakteristik. Perhitungan pembagian dari perkiraan perjalanan total antara A dan B, boleh menggunakan kemungkinan rute alternatif yang dikenal dengan Penetapan Rute. Model penetapan rute digunakan untuk memperhitungkan bagaimana perjalanan interzonal (dengan cara) akan menggunakan jaringan pengangkutan/transport alternatif. Model dikembangkan dari data survey perjalanan dan informasi sistem inventaris.

Secara umum, 3 kategori dasar penetapan berikut dilakukan pada proses perencanaan transport, walaupun jumlah dan tipe penetapan yang dibuat akan tergantung pada luas daerah studi, tujuan studi dan kemungkinan pemikiran terakhir.

- a) Penetapan perjalanan dari jaringan yang ada.
- b) Penetapan perhitungan perjalanan yang akan datang terhadap jaringan yang ada ditambah dengan perpanjangan dan kemajuan perencanaan.

- c) Penetapan perhitungan perjalanan terhadap jaringan transport yang akan datang sesuai dengan yang direncanakan untuk tahun-tahun mendatang.

Penetapan rute menyangkut pemilihan rute. Pada analisa ini, kita akan memperhatikan, mengapa pembuat trip (perjalanan) memilih satu rute daripada rute yang lain. Tujuan analisa penetapan rute adalah untuk mengembangkan suatu teknik yang meniru jalan dimana mobil dan perjalanan transit antara masing-masing tempat asal dan tujuan, membagi berdasarkan jalur jaringan mereka masing-masing.

2.6.2. Model Penetapan Perjalanan TRC

Model ini meliputi 2 waktu perjalanan melawan hubungan volume, digunakan secara iterasi, untuk menemukan prediksi volume pada pembagian antara dua zona. Persamaan yang digunakan untuk memprediksi volume pada sebuah rute r, adalah sebagai berikut:

$$V_r = \frac{\frac{1}{t_r}}{\sum_{r=1}^m \frac{1}{t_r}} \times V \dots\dots\dots(1)$$

dimana : V_r = Volume lalu lintas pada rute r (kendaraan per jam per jalur)
 t_r = Waktu perjalanan pada rute r (menit)
 V = Volume total lalu lintas (perjalanan) dari zona i ke j, pada Semua rute m

Persamaan ini membagi volume perjalanan dari zona i ke zona j, diantara bermacam rute yang dengan berbanding terbalik dengan waktu perjalanan. Penurunan t_r kemudian menyebabkan kenaikan $1/t_r$ dan menyamakan kenaikan pada pembagian perjalanan V , ditetapkan rute r.

Nilai t_r untuk iterasi dihitung dengan persamaan berikut:

$$t_r = t_{rc} + \frac{d(V_r - V_{rc})}{V_{rc}} \times L_r \dots\dots\dots(2)$$

dimana : t_{rc} = Satuan waktu perjalanan pada volume kritis (menit/mile)
 t_r = Waktu perjalanan pada rute r (menit)

V_r = Volume lalu lintas pada rute r (kendaraan/jam/jalur)

V_{rc} = Volume kritis untuk rute r (kendaraan/jam/jalur)

L_r = Satuan waktu perjalanan pada volume kritis (menit/mil)

d = Faktor penghambat (menit/mil)

Nilai t_r yang diperoleh dari persamaan (2) diletakkan dalam persamaan (1), dan hasilnya V diletakkan kembali ke persamaan (2). Prosedur siklik (berputar) ini berlanjut sampai perubahan volume atau waktu perjalanan dapat diabaikan.

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

**BAB III
DATA TEKNIS**

BAB III

DATA TEKNIS

3.1 Umum

Dalam perencanaan jalan Lingkar Luar Barat Kota Madiun ini diperlukan data teknis pendukung yang diperoleh dari instansi terkait, baik instansi pemerintah maupun instansi swasta. Data – data tersebut antara lain :

- Peta Propinsi Jawa Timur
- Peta Lokasi Proyek
- Data Keadaan Tanah Dasar
- Data Lalu Lintas Harian
- Data Curah Hujan

3.2. Peta Propinsi Jawa Timur

Data peta Jawa Timur diperlukan untuk mengetahui secara umum lokasi pembuatan jalan Lingkar Luar Barat Kota Madiun terhadap keseluruhan wilayah Jawa Timur. Peta lokasi Jawa Timur dapat dilihat pada lampiran 1.

3.3. Peta Lokasi Proyek

Daerah atau lokasi pembuatan jalan baru dapat diketahui secara tepat dengan melihat peta lokasi proyek yang ada, tepatnya di Kota Madiun pada STA awal proyek 0 + 000 sampai dengan STA akhir proyek 5 + 200, Peta lokasi proyek dapat dilihat pada lampiran 2.

3.4. Data Keadaan Tanah Dasar

Data keadaan tanah dasar berfungsi untuk mencari nilai CBR rata – rata lapisan tanah dasar yang didapat dari hasil tes DCPT (Dynamic Cone Penetrometer Test) pada sepanjang ruas jalan yang akan direncanakan. Dari hasil pengetesan DCPT didapat harga CBR seperti pada tabel berikut :

Tabel 3.1. Data CBR

No.	STA	CBR
1	0 + 400	50 %
2	0 + 860	30 %
3	1 + 140	45 %
4	1 + 450	30 %
5	1 + 525	40 %
6	1 + 600	55 %
7	1 + 625	60 %
8	1 + 750	50 %
9	1 + 863	65 %
10	1 + 928	65 %
11	2 + 089	60 %
12	2 + 202	40 %
13	2 + 315	50 %
14	2 + 428	70 %
15	2 + 541	45 %
16	2 + 654	50 %
17	2 + 880	70 %
18	3 + 106	55 %
19	3 + 239	55 %
20	3 + 470	60 %
21	3 + 720	60 %
22	4 + 062	55 %
23	4 + 284	55 %
24	4 + 536	60 %
25	4 + 673	60 %
26	4 + 826	60 %
27	5 + 161	60 %

Sumber : Data Dynamic Cone Penetrometer Test (DCPT)

3.5. Data Lalu Lintas Harian

Data lalu lintas harian menunjukkan jumlah kendaraan untuk tiap jenis tertentu yang dinyatakan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP). Data ini diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan dan desain geometrik jalan raya. Data lalu lintas harian (hasil survey tahun 2001) dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2. Data Lalu Lintas Harian

No.	Jenis Kendaraan	LHR
1	Sepeda motor, sekuter, kend. Roda tiga	5840
2	Sedan, jeep, station wagon	1103
3	Oplet, pick up	1025
4	Micro truck	607
5	Bus	1024
6	Truck 2 as	649
7	Truck 3 as, truck gandengan, traller	534

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Daerah Propinsi
Daerah Tingkat I Jawa Timur

Sedangkan volume lalu lintas didapat dari hasil kali lalu lintas harian rata-rata dengan koefisien tertentu yang besarnya tergantung dari golongan kendaraan. Data volume lalu lintas dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3.3. Data Volume Lalu Lintas

No.	Jenis Kendaraan	LHR	Koefisien	VLL
1	Sepeda motor, sekuter, kend. roda tiga	5840	1	5840
2	Sedan, jeep, station wagon	1103	1	1103
3	Oplet, pick up	1025	2	2050
4	Micro truck	607	2	1214
5	Bus	1024	3	3072
6	Truck 2 as	649	3	1947
7	Truck 3 as, truck gandengan, traller	534	5	2670

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Daerah Propinsi Daerah Tingkat I
Jawa Timur

Sedangkan untuk mengetahui perkembangan lalu lintas per tahun diperlukan data – data jumlah kendaraan tiap tahunnya. Dibawah ini merupakan tabel dari jumlah kendaraan per tahun dalam MBT (Mobil, Bus, Truck).

Tabel 3.4. Data Jumlah Kendaraan (MBT / Mobil, Bus, Truck)

Tahun	1999	2000	2001
MBT	11712	12448	12056

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Daerah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur

3.6. Data Curah Hujan

Data curah hujan diperlukan untuk menghitung tinggi hujan rencana dan periode ulang guna merencanakan drainase jalan raya. Data curah hujan ini berupa data hujan harian selama 10 tahun yaitu data hujan pada stasiun terdekat dari tahun 1990 – 1999. Data hujan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3.5. Data Curah Hujan Rata-rata

No	Tahun	Ri (mm / jam)
1	1990	38
2	1991	40
3	1992	58
4	1993	52
5	1994	40
6	1995	85
7	1996	87
8	1997	81
9	1998	115
10	1999	105

Sumber : Cabang Dinas PU Pengairan Daerah Madiun

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

**BAB IV
PERENCANAAN GEOMETRIK**

BAB IV

PERENCANAAN GEOMETRIK

4.1. Umum

Perencanaan geometrik merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas. Dalam lingkup perencanaan geometrik tidak termasuk perencanaan tebal perkerasan jalan meskipun dimensi dari perkerasan jalan merupakan bagian dari perencanaan geometrik secara seutuhnya. Sehingga tujuan dari perencanaan geometrik adalah menghasilkan infra struktur yang aman efisiensi pelayanan lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan / biaya pelaksanaan. Ruang, bentuk dan ukuran jalan dikatakan baik jika dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan.

4.2. Penentuan Kelas Dan Fungsi Jalan

Dalam perencanaan geometrik jalan luar kota, elemen – elemen yang digunakan untuk pengelompokan standar perencanaan geometrik adalah fungsi jalan raya, volume lalu lintas rencana dan kondisi medan.

4.3. Volume Lalu Lintas Rencana

Volume lalu lintas rencana (VLLR) pada spesifikasi standar untuk perencanaan jalan luar kota (rancangan akhir) tahun 1990 adalah dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (SMP) dengan menyisihkan kendaraan tidak bermotor ini jauh berbeda dibandingkan kendaraan bermotor dan pengaruhnya atas lalu lintas tergantung pada volume lalu lintas kendaraan bermotor itu sendiri.

Volume lalu lintas rencana (VLLR) dipengaruhi oleh perkembangan lalu lintas untuk jalan lingkar luar barat kota Madiun. Data lalu lintas yang diperoleh diolah untuk mencari tingkat perkembangan lalu lintas. Pengolahan tersebut adalah :

Diketahui data jumlah kendaraan (MBT / Mobil, Bus, Truck)

Tahun	1999	2000	2001
MBT	11712	12448	12056

X	Y	XY	X ²	Y ²
1999	11712	23.412.288	3.996.001	137.170.944
2000	12448	24.896.000	4.000.000	154.952.704
2001	12056	24.124.056	4.004.001	145.347.136
6000	36.216	72.432.344	12.000.002	437.470.784

$$n = 3$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{(3 \times 72.432.344) - (6000 \times 36.216)}{(3 \times 12.000.002) - (6000)^2}$$

$$= 172$$

$$a = \frac{\sum Y - (b \cdot \sum X)}{n}$$

$$= \frac{36.216 - (172 \times 6000)}{3}$$

$$= -331.928$$

Persamaan regresi : $y = a + b \cdot x$

$$X = 1999 \rightarrow y = -331.928 + (172 \times 1999)$$

$$= 11.900$$

$$X = 2001 \rightarrow y = -331.928 + (172 \times 2001)$$

$$= 12.244$$

Persamaan faktor pertumbuhan kendaraan : $F = P (1 + i)^n$

Faktor pertumbuhan kendaraan per tahun :

$$12.244 = 11.900 (1 + i)^2$$

$$1 + i = 1,0144$$

$$i = 1,44 \%$$

Jadi dari pengolahan data tersebut di dapat tingkat perkembangan lalu lintas (i) sebesar 1,44 %.

Kriteria perencanaan :

Umur rencana (UR) = 10 tahun

Perkembangan lalu lintas (i) = 1,44 %

Data LHR survey tahun 2001 :

1. Sepeda motor, sekuter, kend. roda tiga = 5840 kendaraan
2. Sedan, jeep, station wagon = 1103 kendaraan
3. Oplet, pick up = 1025 kendaraan
4. Micro truck = 607 kendaraan
5. Bus = 1024 kendaraan
6. Truck 2 as = 649 kendaraan
7. Truck 3 as, truck gandengan, trailler = 534 kendaraan

Proporsi Volume Lalu Lintas

ROUTE	KECEPATAN (Km/Jam)	JARAK (Km)	VOLUME (Kend/Jam)	TOTAL TRAVEL TIME (Menit)
Jalan Baru	60	5,20	8575	$(5,20/60) \times 60 = 5,20$
Jalan Lama	70	10,6	10.782	$(10,6/70) \times 60 = 9,09$

Menggunakan Rumus :
$$V_r = \frac{\frac{1}{tr}}{\sum_{r=1}^m \frac{1}{tr}} \times V$$

- **Volume Sepeda Motor**

1. Volume pada rute jalan baru (V_1)

$$V_1 = \{(1/5,20) : (1/5,20) + (1/9,09)\} \times 5.840 = 3.713 \text{ kendaraan}$$

2. Volume pada rute jalan lama (V_2)

$$V_2 = \{(1/9,09) : (1/5,20) + (1/9,09)\} \times 5.840 = 2.127 \text{ kendaraan}$$

- **Volume mobil pribadi**

1. Volume pada rute jalan baru (V_1)

$$V_1 = \{(1/5,20) : (1/5,20) + (1/9,09)\} \times 1.103 = 701 \text{ kendaraan}$$

2. Volume pada rute jalan lama (V_2)

$$V_2 = \{(1/9,09) : (1/5,20) + (1/9,09)\} \times 1.103 = 402 \text{ kendaraan}$$

- **Volume mikro truck**

1. Volume pada rute jalan baru (V_1)

$$V_1 = \{(1/5,20) : (1/5,20) + (1/9,09)\} \times 607 = 386 \text{ kendaraan}$$

2. Volume pada rute jalan lama (V_2)

$$V_2 = \{(1/9,09) : (1/5,20) + (1/9,09)\} \times 607 = 221 \text{ kendaraan}$$

- **Volume Oplet, pick up**

1. Volume pada rute jalan baru (V_1)

$$V_1 = \{(1/5,20) : (1/5,20) + (1/9,09)\} \times 1.025 = 652 \text{ kendaraan}$$

2. Volume pada rute jalan lama (V_2)

$$V_2 = \{(1/9,09) : (1/5,20) + (1/9,09)\} \times 1.025 = 373 \text{ kendaraan}$$

- **Kendaraan Bus dan Truck berat semua dilewatkan jalan baru**

Jalan dibuka pada tahun 2004

$$VLLR = VLL \times \text{koefisien} \times (1 + i)^n$$

LHR pada tahun 2004 adalah sebagai berikut :

1. Sepeda motor, sekuter, kend. roda tiga :

$$3713 \times (1 + 0,0144)^3 = 3876 \text{ kendaraan}$$

2. Sedan, jeep, station wagon : $701 \times (1 + 0,0144)^3 = 732 \text{ kendaraan}$

3. Oplet, pick up : $652 \times (1 + 0,0144)^3 = 681 \text{ kendaraan}$

4. Micro truck : $386 \times (1 + 0,0144)^3 = 403 \text{ kendaraan}$

5. Bus : $1024 \times (1 + 0,0144)^3 = 1069 \text{ kendaraan}$

6. Truck 2 as : $649 \times (1 + 0,0144)^3 = 677 \text{ kendaraan}$

7. Truck 3 as, truck gandengan, trallier :

$$534 \times (1 + 0,0144)^3 = 557 \text{ kendaraan}$$

Volume lalu lintas rencana pada akhir umur rencana (2014) dihitung dengan

$$\text{persamaan } VLLR = LHR \times \text{koefisien} \times (1 + i)^n$$

1. Sepeda motor, sekuter, kend. roda tiga :

$$3876 \times 1 \times (1 + 0,0144)^{10} = 4472 \text{ Smp}$$

2. Sedan, jeep, station wagon : $732 \times 1 \times (1 + 0,0144)^{10} = 845 \text{ Smp}$

3. Oplet, pick up : $681 \times 2 \times (1 + 0,0144)^{10} = 1571 \text{ Smp}$

4. Micro truck : $403 \times 2 \times (1 + 0,0144)^{10} = 930 \text{ Smp}$

5. Bus : $1069 \times 3 \times (1 + 0,0144)^{10} = 3700 \text{ Smp}$

6. Truck 2 as : $677 \times 3 \times (1 + 0,0144)^{10} = 2343 \text{ Smp}$

7. Truck 3 as, Truck gandengan, trailler :

$$\frac{557 \times 5 \times (1 + 0,0144)^{10} = 3213 \text{ Smp}}{17.074 \text{ Smp}}$$

Sesuai dengan tabel 2.3 maka jalan lingkar luar barat kota Madiun termasuk dalam kelas 2 dengan fungsi arteri bermedan datar.

4.4. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan perencanaan setiap bagian jalan raya seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang. Kecepatan yang dipilih tersebut adalah kecepatan tertinggi dimana kendaraan dapat berjalan dengan aman dan nyaman. Keamanan dan kenyamanan itu sepenuhnya tergantung dari bentuk jalan.

Faktor yang mempengaruhi kecepatan rencana antara lain adalah kondisi medan dan sifat serta tingkat kegunaan daerah. Berdasarkan tabel 2.4 maka jalan lingkar luar barat kota Madiun mempunyai kecepatan rencana 60 km / jam.

4.5. Jarak Pandangan

Keamanan dan kenyamanan pengemudi kendaraan untuk melihat dengan jelas dan menyadari situasinya pada saat mengemudi tergantung pada jarak yang dapat dilihat dari tempat kedudukannya. Panjang jalan didepan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas diukur dari kedudukan pengemudi disebut jarak pandangan.

Dilihat dari kegunaannya tersebut, maka ada 2 cara macam jarak pandangan :

1. jarak pandangan henti
2. jarak pandangan menyiap

Pada perencanaan jalan lingkar luar barat kota Madiun yang mempunyai kecepatan rencana 60 km / jam, maka berdasarkan tabel 2.5 jarak pandangan henti minimum sebesar 75 m, sedangkan berdasarkan tabel 2.6 jarak pandangan menyiap minimum 250 m.

4.6. Lebar Lajur dan Bahu Jalan

Jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur kendaraan. Lajur kendaraan yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus

diperuntukkan untuk dilewati oleh satu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah. Sedangkan bahu jalan merupakan jalur yang terletak berdampingan dengan dengan jalur lalu lintas. Lebar bahu jalan harus ditentukan dengan mempertimbangkan manfaat maupun biaya. Bagaimanapun juga bahu jalan harus memenuhi lebar minimum mutlak yang diperlihatkan pada tabel 2.8.

Untuk jalan lingkar luar barat kota Madiun lebar lajur jalan adalah 2 x 4,50 per jalur. Untuk tiap jalur dipisahkan oleh median selebar 2 m. Sedangkan untuk lebar bahu jalan adalah 2,50 m per jalur.

4.7. Analisa Kapasitas Rencana Jalan Luar Kota

Analisa kapasitas rencana jalan 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 D) adalah sebagai berikut :

- Menentukan kapasitas dasar (C_0)

Dari tabel 2.9 nilai $C_0 = 1900 \times 4 = 7600$

- Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lentur jalur lalin (FC_w)

Dari tabel 2.10 didapatkan nilai $FC_w = 0,96$

- Menentukan faktor penyesuaian akibat pemisah arah (FC_{sp})

Dari tabel 2.11 didapatkan nilai $FC_{sp} = 1,0$

- Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{sf})
lebar bahu efektif = 1,03

- Menentukan nilai kapasitas

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \dots\dots\dots \text{pers. 2.4}$$

$$= 7600 \times 0,96 \times 1 \times 1,03$$

$$= 7514,88 \text{ smp / jam}$$

- Menentukan nilai Q

$$Q = LHRT \times emp \times k$$

Dimana :

LHRT = LHR rencana pada saat jalan dibuka (tahun 2004)

emp = ekivalensi mobil penumpang

k = rasio antara arus jam rencana dan LHRT; nilai normal $k = 0,11$

$$1. \text{ kendaraan penumpang : } 732 \times (1 + 0,0144)^{10} \times 1 \times 0,11 = 92,90$$

$$2. \text{ Oplet, pick up : } 681 \times (1 + 0,0144)^{10} \times 1 \times 0,11 = 86,42$$

3. Micro truck	:	$403 \times (1 + 0,0144)^{10} \times 1,33 \times 0,11$	=	68,02
4. Bus	:	$1069 \times (1 + 0,0144)^{10} \times 1,43 \times 0,11$	=	194,00
5. Truck 2 as	:	$677 \times (1 + 0,0144)^{10} \times 1,87 \times 0,11$	=	160,66
6. Truck 3 as, truck gandengan, trailler :				
		$557 \times (1 + 0,0144)^{10} \times 1,82 \times 0,11$	=	128,65

$$\Sigma Q = 730,65 \text{ smp/jam}$$

- Menentukan derajat kejenuhan (2014)

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \dots \dots \dots \text{pers. 2.5} \\ &= 730,65 / 7514,88 \\ &= 0,12 < 0,75 \end{aligned}$$

Maka dari hasil analisa kapasitas rencana jalan, diketahui bahwa telah memenuhi syarat derajat kejenuhan sampai pada 10 tahun setelah jalan dibuka (tahun 2014).

4.8. Perencanaan Alinyemen Horisontal

1. Perencanaan tikungan pada sta 0 + 340,966

- Digunakan tikungan jenis SCS (Spiral – Circle - Sipral)

Diketahui $V_r = 60 \text{ km / jam}$

$$\Delta = 38^\circ$$

PI pada sta 0 + 340,966

Dari grafik (gambar 2.5) diperoleh : $e_{\max} = 10 \%$

$$f_{\max} = 0,153$$

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{V_r^2}{127(e_{\max} + f)} \\ &= \frac{60^2}{127(0,10 + 0,01)} \\ &= 257,69 \text{ m} \end{aligned}$$

Digunakan tikungan Spiral Circle Spiral dengan $R = 260 \text{ m} > 257,69 \text{ m}$

Dari tabel 2.10 diperoleh $L_s = 50 \text{ m}$

$$\begin{aligned} x &= L_s - (L_s^3 / 40 R_c^2) \dots\dots\dots \text{pers. 2.10} \\ &= 50 - (50^3 / 40 \cdot 260^2) \\ &= 49,95 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= L_s^2 / 6 R_c \dots\dots\dots \text{pers. 2.11} \\ &= 50^2 / 6 \cdot 260 \\ &= 1,603 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90 \cdot L_s}{\pi R_c} \dots\dots\dots \text{pers. 2.12} \\ &= \frac{90 \cdot 50}{\pi \cdot 260} \\ &= 5,51^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= y - R_c (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots \text{pers. 2.13} \\ &= 1,603 - 260 (1 - \cos 5,51) \\ &= 0,402 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= x - R_c \sin \theta_s \dots\dots\dots \text{pers. 2.14} \\ &= 49,95 - 260 \sin 5,51 \\ &= 24,98 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots \text{pers. 2.15} \\ &= (260 + 0,402) \tan \frac{1}{2} \cdot 38^\circ + 24,98 \\ &= 114,64 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_s &= (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \dots \text{pers. 2.16} \\ &= (260 + 0,402) \sec \frac{1}{2} \cdot 38^\circ - 260 \\ &= 3,01 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180^\circ} \times \pi \times R_c \dots \text{pers. 2.17} \\ &= \frac{(38^\circ - 2 \cdot 2,5,51)}{180^\circ} \times \pi \times 260 \\ &= 122,43 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{tot}} &= L_c + 2 \cdot L_s \dots \text{pers. 2.18} \\ &= 122,43 + 2 \cdot 50 \\ &= 222,43 \text{ m} \end{aligned}$$

Mencari posisi titik tikungan

$$\begin{aligned} \text{sta awal} &= \text{sta PI} - T_s \\ &= (0 + 340,966) - 114,64 \\ &= 0 + 226,326 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{sta SC} &= \text{sta awal} + L_s \\ &= (0 + 226,326) + 50 \\ &= 0 + 276,326 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{sta CS} &= \text{sta SC} + L_c \\ &= (0 + 276,326) + 122,43 \\ &= (0 + 398,756) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{sta ST (sta akhir)} &= \text{sta CS} + L_s \\ &= (0 + 398,756) + 50 \\ &= 0 + 448,756 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{X_1}{L_s} &= \frac{e_n}{e_n + e_m} \\ \frac{X_1}{50} &= \frac{0,02}{0,02 + 0,068} \end{aligned}$$

$$X_1 = \frac{1}{0,088} = 11,36 \text{ m}$$

$$X_1 = X_2 = 11,36 \text{ m}$$

$$X_3 = 50 - 11,36 - 11,36 = 27,28 \text{ m}$$

- Pelebaran perkerasan pada tikungan

$$\begin{aligned} R_1 &= R - \frac{1}{2} \text{ lebar perkerasan} \\ &= 260 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 252 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rc^2 &= (R_1 + b/2)^2 + (a + u_1)^2 \dots \text{pers. 2.28} \\ &= (252 + 2,5/2)^2 + (6,5 + 1,5)^2 \\ &= 64199,5625 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rc &= \sqrt{64199,5625} \text{ m} \\ &= 253,38 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rw &= \sqrt{\left[\sqrt{Rc^2 - (a + u_1)^2} + b/2 \right]^2 + (a + u_1)^2} \dots \text{pers. 2.30} \\ &= \sqrt{\left[\sqrt{253,38^2 - (6,5 + 1,5)^2} + 2,5/2 \right]^2 + (6,5 + 1,5)^2} \\ &= 254,63 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= Rw + b/2 - \sqrt{Rc^2 - (a + u_1)^2} \dots \text{pers. 2.31} \\ &= 254,63 + 2,5/2 - \sqrt{253,38^2 - (6,5 + 1,5)^2} \\ &= 2,63 \text{ m} \end{aligned}$$

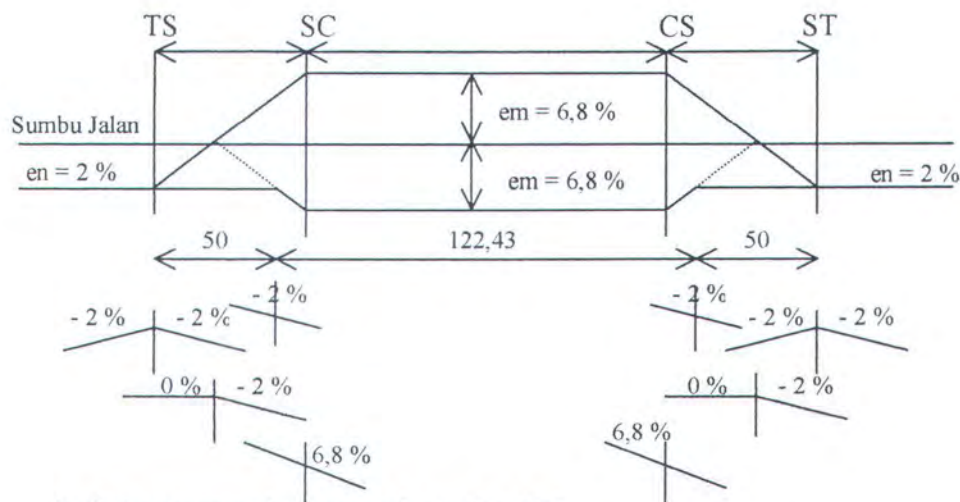
$$\begin{aligned} m &= B - b \\ &= 2,63 - 2,5 \\ &= 0,13 \text{ m} \end{aligned}$$

Keterangan :

a : jarak antar gandar = 6,5 m

b : lebar kendaraan = 2,5 m

u_1 : tonjolan depan kendaraan = 1,5 m



2. Perencanaan tikungan pada sta 0 + 570

- Digunakan tikungan jenis Full Circle

Diketahui : $V_r = 60 \text{ km / jam}$

$$\Delta = 7^\circ$$

PI pada sta 0 + 570

Digunakan $R = 800 \text{ m} > R_{\min} 500$ (tabel 2.10)

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta \dots \dots \dots \text{pers. 2.5}$$

$$= 800 \tan \frac{1}{2} \cdot 7$$

$$= 48,93 \text{ m}$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \dots \dots \dots \text{pers. 2.6}$$

$$= 48,93 \tan \frac{1}{4} \cdot 7$$

$$= 1,495 \text{ m}$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \times 2 \times \pi \times R \dots \dots \dots \text{pers. 2.7}$$

$$= \frac{7}{360} \times 2 \times \pi \times 800$$

$$= 97,74 \text{ m}$$

Mencari posisi titik tikungan

$$\text{sta awal} = \text{sta PI} - T_c$$

$$= (0 + 570) - 48,93$$

$$= 0 + 521,07$$

$$\text{sta akhir} = \text{sta awal} + L_c$$

$$= (0 + 521,07) + 97,74$$

$$= 0 + 618,81 \text{ m}$$

- Pelebaran perkerasan pada tikungan

$$R_1 = R - \frac{1}{2} \text{ lebar perkerasan}$$

$$= 800 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 792 \text{ m}$$

$$Rc^2 = (R_1 + b/2)^2 + (a + u_1)^2 \dots \dots \dots \text{pers. 2.28}$$

$$= (792 + 2,5/2)^2 + (6,5 + 1,5)^2$$

$$= 629.309,5625 \text{ m}$$

$$Rc = \sqrt{629.309,5625} \text{ m}$$

$$= 793,2903 \text{ m}$$

$$Rw = \sqrt{\left[\sqrt{Rc^2 - (a + u_1)^2} + b/2\right]^2 + (a + u_1)^2} \dots \dots \dots \text{pers. 2.30}$$

$$= \sqrt{\left[\sqrt{793,2903^2 - (6,5 + 1,5)^2} + 2,5/2\right]^2 + (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 794,5402 \text{ m}$$

$$B = Rw + b/2 - \sqrt{Rc^2 - (a + u_1)^2} \dots \dots \dots \text{pers. 2.31}$$

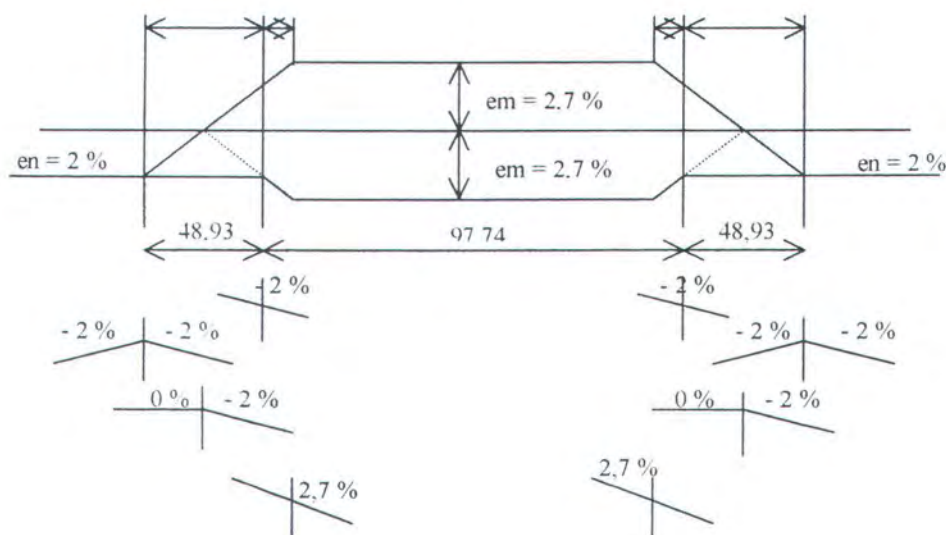
$$= 794,5402 + 2,5/2 - \sqrt{793,2903^2 - (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 2,54 \text{ m}$$

$$m = B - b$$

$$= 2,54 - 2,5$$

$$= 0,04 \text{ m}$$



3. Perencanaan tikungan pada sta 1 + 150

- Digunakan tikungan jenis Full Circle

Diketahui : $V_r = 60 \text{ km / jam}$

$$\Delta = 5^\circ$$

PI pada sta 1 + 150

Digunakan $R = 600 \text{ m} > R_{\min} 500$ (tabel 2.10)

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots \text{pers. 2.5}$$

$$= 600 \tan \frac{1}{2} \cdot 5$$

$$= 26,197 \text{ m}$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots \text{pers. 2.6}$$

$$= 26,197 \tan \frac{1}{4} \cdot 5$$

$$= 0,572 \text{ m}$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \times 2 \times \pi \times R \dots\dots\dots \text{pers. 2.7}$$

$$= \frac{5}{360} \times 2 \times \pi \times 600$$

$$= 52,36 \text{ m}$$

Mencari posisi titik tikungan

$$\text{sta awal} = \text{sta PI} - T_c$$

$$= (1 + 150) - 26,197$$

$$= 1 + 123,803$$

$$\text{sta akhir} = \text{sta awal} + L_c$$

$$= (1 + 123,803) + 52,36$$

$$= 1 + 176,163 \text{ m}$$

- Pelebaran perkerasan pada tikungan

$$R_1 = R - \frac{1}{2} \text{ lebar perkerasan}$$

$$= 600 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 592 \text{ m}$$

$$R_c^2 = (R_1 + b/2)^2 + (a + u_1)^2 \dots\dots\dots \text{pers. 2.28}$$

$$= (592 + 2,5/2)^2 + (6,5 + 1,5)^2$$

$$= 352.009,5625 \text{ m}$$

$$R_c = \sqrt{352.009,5625} \text{ m}$$

$$= 593,304 \text{ m}$$

$$Rw = \sqrt{\left[\sqrt{Rc^2 - (a + u_1)^2} + b/2 \right]^2 + (a + u_1)^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.30}$$

$$= \sqrt{\left[\sqrt{593,304^2 - (6,5 + 1,5)^2} + 2,5/2 \right]^2 + (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 594,554 \text{ m}$$

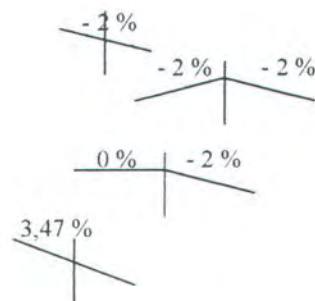
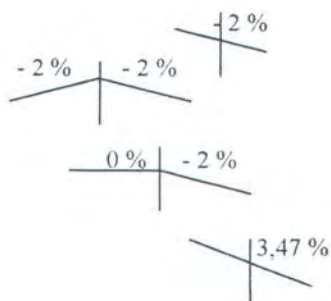
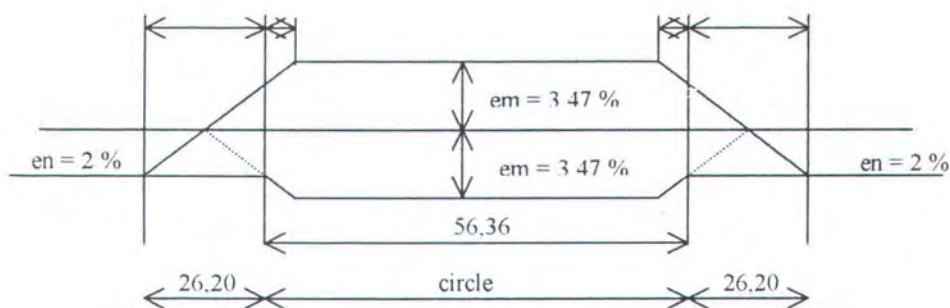
$$B = Rw + b/2 - \sqrt{Rc^2 - (a + u_1)^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.31}$$

$$= 594,554 + 2,5/2 - \sqrt{594,554^2 - (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 2,554 \text{ m}$$

$$m = B - b$$

$$= 2,55 - 2,5 = 0,5 \text{ m}$$



4. Perencanaan tikungan pada sta 3 + 550

- Digunakan tikungan jenis Full Circle

Diketahui : $V_r = 60 \text{ km / jam}$

$$\Delta = 7^\circ$$

PI pada sta 3 + 550

Digunakan $R = 800 \text{ m} > R_{\min} 500$ (tabel 2.10)

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots \text{pers. 2.5}$$

$$= 800 \tan \frac{1}{2} \cdot 7$$

$$= 48,93 \text{ m}$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots \text{pers. 2.6}$$

$$= 48,93 \tan \frac{1}{4} \cdot 7$$

$$= 1,495 \text{ m}$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \times 2 \times \pi \times R \dots\dots\dots \text{pers. 2.7}$$

$$= \frac{7}{360} \times 2 \times \pi \times 800$$

$$= 97,74 \text{ m}$$

Mencari posisi titik tikungan

$$\text{sta awal} = \text{sta PI} - T_c$$

$$= (3 + 550) - 48,93$$

$$= 3 + 501,07$$

$$\text{sta akhir} = \text{sta awal} + L_c$$

$$= (3 + 501,07) + 97,74$$

$$= 3 + 598,81 \text{ m}$$

- Pelebaran perkerasan pada tikungan

$$R_1 = R - \frac{1}{2} \text{ lebar perkerasan}$$

$$= 800 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 792 \text{ m}$$

$$R_c^2 = (R_1 + b/2)^2 + (a + u_1)^2 \dots\dots\dots \text{pers. 2.28}$$

$$= (792 + 2,5/2)^2 + (6,5 + 1,5)^2$$

$$= 629.309,5625 \text{ m}$$

$$R_c = \sqrt{629.309,5625} \text{ m}$$

$$= 793,2903 \text{ m}$$

$$Rw = \sqrt{\left[\sqrt{Rc^2 - (a + u_1)^2} + b/2 \right]^2 + (a + u_1)^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.30}$$

$$= \sqrt{\left[\sqrt{793,2903^2 - (6,5 + 1,5)^2} + 2,5/2 \right]^2 + (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 794,5402 \text{ m}$$

$$B = Rw + b/2 - \sqrt{Rc^2 - (a + u_1)^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.31}$$

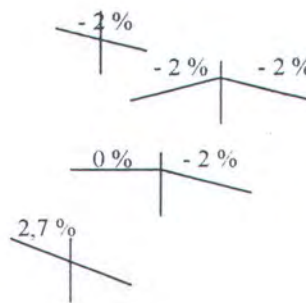
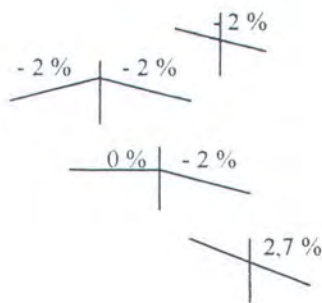
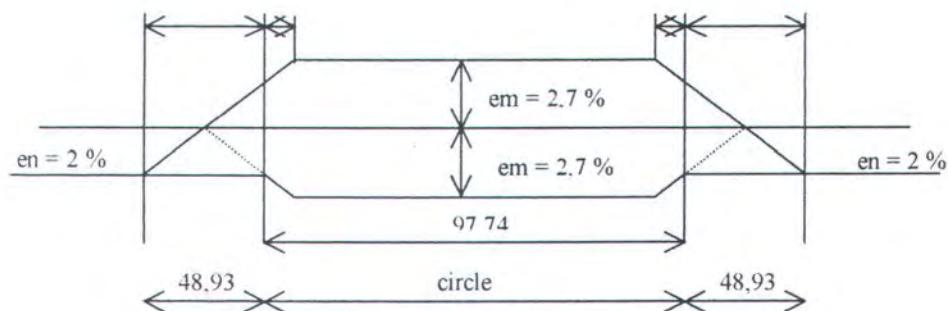
$$= 794,5402 + 2,5/2 - \sqrt{793,2903^2 - (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 2,54 \text{ m}$$

$$m = B - b$$

$$= 2,54 - 2,5$$

$$= 0,04 \text{ m}$$



5. Perencanaan tikungan pada sta 4 + 025

- Digunakan tikungan jenis Full Circle

Diketahui : $V_r = 60 \text{ km / jam}$

$$\Delta = 7^\circ$$

PI pada sta 4 + 025

Digunakan $R = 800 \text{ m} > R \text{ min } 500$ (tabel 2.10)

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots \text{pers. 2.5}$$

$$= 800 \tan \frac{1}{2} \cdot 7$$

$$= 48,93 \text{ m}$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots \text{pers. 2.6}$$

$$= 48,93 \tan \frac{1}{4} \cdot 7$$

$$= 1,495 \text{ m}$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \times 2 \times \pi \times R \dots\dots\dots \text{pers. 2.7}$$

$$= \frac{7}{360} \times 2 \times \pi \times 800$$

$$= 97,74 \text{ m}$$

Mencari posisi titik tikungan

$$\text{sta awal} = \text{sta PI} - T_c$$

$$= (4 + 025) - 48,93$$

$$= 3 + 976,07$$

$$\text{sta akhir} = \text{sta awal} + L_c$$

$$= (3 + 976,07) + 97,74$$

$$= 4 + 073,81 \text{ m}$$

- Pelebaran perkerasan pada tikungan

$$R_1 = R - \frac{1}{2} \text{ lebar perkerasan}$$

$$= 800 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 792 \text{ m}$$

$$Rc^2 = (R_1 + b/2)^2 + (a + u_1)^2 \dots\dots\dots \text{pers. 2.28}$$

$$= (792 + 2,5/2)^2 + (6,5 + 1,5)^2$$

$$= 629.309,5625 \text{ m}$$

$$R_c = \sqrt{629.309,5625} \text{ m}$$

$$= 793,2903 \text{ m}$$

$$R_w = \sqrt{\left[\sqrt{R_c^2 - (a + u_1)^2} + b/2 \right]^2 + (a + u_1)^2} \dots \text{pers. 2.30}$$

$$= \sqrt{\left[\sqrt{793,2903^2 - (6,5 + 1,5)^2} + 2,5/2 \right]^2 + (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 794,5402 \text{ m}$$

$$B = R_w + b/2 - \sqrt{R_c^2 - (a + u_1)^2} \dots \text{pers. 2.31}$$

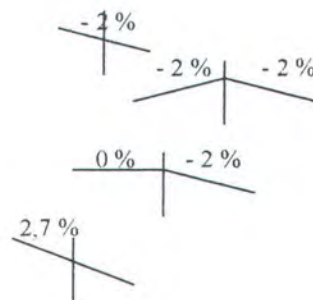
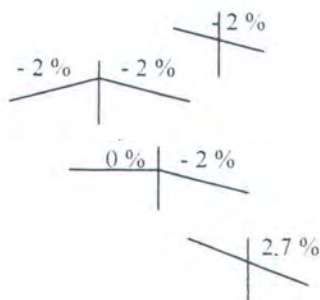
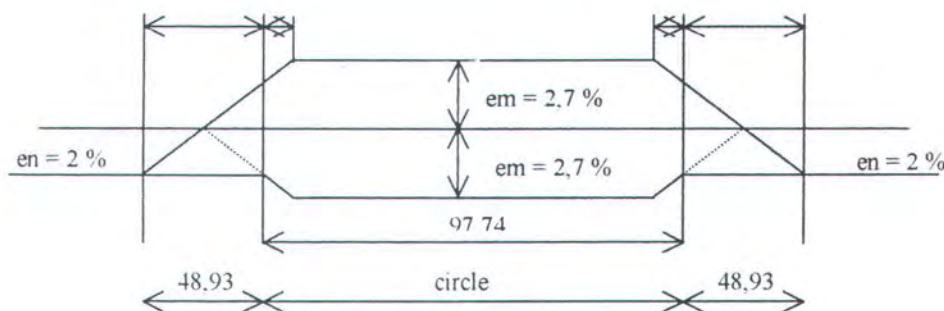
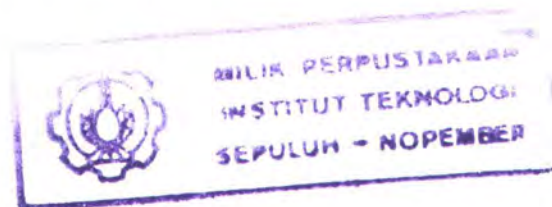
$$= 794,5402 + 2,5/2 - \sqrt{793,2903^2 - (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 2,54 \text{ m}$$

$$m = B - b$$

$$= 2,54 - 2,5$$

$$= 0,04 \text{ m}$$



6. Perencanaan tikungan pada sta 4 + 525

- Digunakan tikungan jenis Full Circle

Diketahui : $V_r = 40 \text{ km / jam}$

$$\Delta = 7^\circ$$

PI pada sta 4 + 525

Digunakan $R = 800 \text{ m} > R_{\min} 500$ (tabel 2.10)

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots \text{pers. 2.5}$$

$$= 800 \tan \frac{1}{2} \cdot 7$$

$$= 48,93 \text{ m}$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots \text{pers. 2.6}$$

$$= 48,93 \tan \frac{1}{4} \cdot 7$$

$$= 1,495 \text{ m}$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \times 2 \times \pi \times R \dots\dots\dots \text{pers. 2.7}$$

$$= \frac{7}{360} \times 2 \times \pi \times 800$$

$$= 97,74 \text{ m}$$

Mencari posisi titik tikungan

$$\text{sta awal} = \text{sta PI} - T_c$$

$$= (4 + 525) - 48,93$$

$$= 4 + 476,07$$

$$\text{sta akhir} = \text{sta awal} + L_c$$

$$= (4 + 476,07) + 97,74$$

$$= 4 + 573,81 \text{ m}$$

- Pelebaran perkerasan pada tikungan

$$R_1 = R - \frac{1}{2} \text{ lebar perkerasan}$$

$$= 800 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 792 \text{ m}$$

$$R_c^2 = (R_1 + b/2)^2 + (a + u_1)^2 \dots\dots\dots \text{pers. 2.28}$$

$$= (792 + 2,5/2)^2 + (6,5 + 1,5)^2$$

$$= 629.309,5625 \text{ m}$$

$$R_c = \sqrt{629.309,5625} \text{ m}$$

$$= 793,2903 \text{ m}$$

$$R_w = \sqrt{\left[\sqrt{R_c^2 - (a + u_1)^2} + b/2 \right]^2 + (a + u_1)^2} \dots \text{pers. 2.30}$$

$$= \sqrt{\left[\sqrt{793,2903^2 - (6,5 + 1,5)^2} + 2,5/2 \right]^2 + (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 794,5402 \text{ m}$$

$$B = R_w + b/2 - \sqrt{R_c^2 - (a + u_1)^2} \dots \text{pers. 2.31}$$

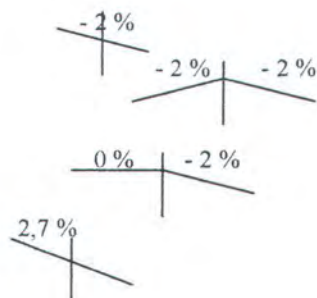
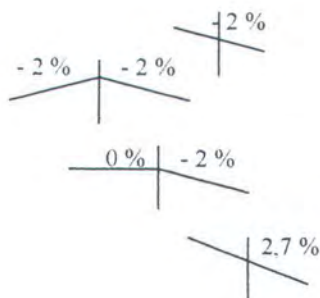
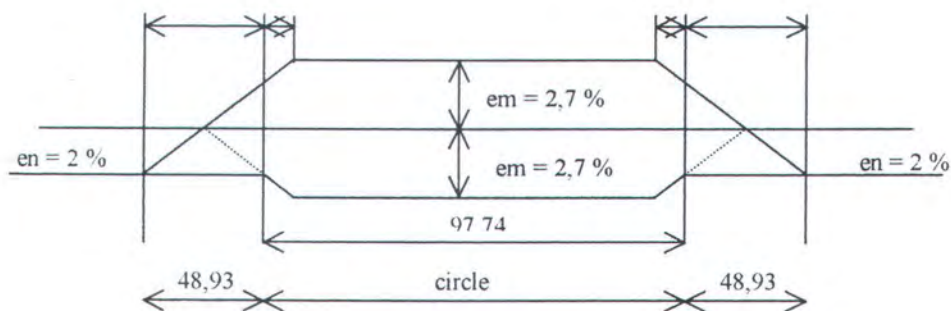
$$= 794,5402 + 2,5/2 - \sqrt{793,2903^2 - (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 2,54 \text{ m}$$

$$m = B - b$$

$$= 2,54 - 2,5$$

$$= 0,04 \text{ m}$$



7. Perencanaan tikungan pada sta 4 + 700

- Digunakan tikungan jenis Full Circle

Diketahui : $V_r = 40 \text{ km / jam}$

$$\Delta = 7^\circ$$

PI pada sta 4 + 700

Digunakan $R = 800 \text{ m} > R \text{ min } 500$ (tabel 2.10)

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots \text{pers. 2.5}$$

$$= 800 \tan \frac{1}{2} \cdot 7$$

$$= 48,93 \text{ m}$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots \text{pers. 2.6}$$

$$= 48,93 \tan \frac{1}{4} \cdot 7$$

$$= 1,495 \text{ m}$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \times 2 \times \pi \times R \dots\dots\dots \text{pers. 2.7}$$

$$= \frac{7}{360} \times 2 \times \pi \times 800$$

$$= 97,74 \text{ m}$$

Mencari posisi titik tikungan

$$\text{sta awal} = \text{sta PI} - T_c$$

$$= (4 + 700) - 48,93$$

$$= 4 + 651,07$$

$$\text{sta akhir} = \text{sta awal} + L_c$$

$$= (4 + 651,07) + 97,74$$

$$= 4 + 748,81 \text{ m}$$

- Pelebaran perkerasan pada tikungan

$$R_1 = R - \frac{1}{2} \text{ lebar perkerasan}$$

$$= 800 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 792 \text{ m}$$

$$Rc^2 = (R_1 + b/2)^2 + (a + u_1)^2 \dots\dots\dots \text{pers. 2.28}$$

$$= (792 + 2,5/2)^2 + (6,5 + 1,5)^2$$

$$= 629.309,5625 \text{ m}$$

$$R_c = \sqrt{629.309,5625} \text{ m}$$

$$= 793,2903 \text{ m}$$

$$R_w = \sqrt{\left[\sqrt{R_c^2 - (a + u_1)^2} + b/2 \right]^2 + (a + u_1)^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.30}$$

$$= \sqrt{\left[\sqrt{793,2903^2 - (6,5 + 1,5)^2} + 2,5/2 \right]^2 + (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 794,5402 \text{ m}$$

$$B = R_w + b/2 - \sqrt{R_c^2 - (a + u_1)^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.31}$$

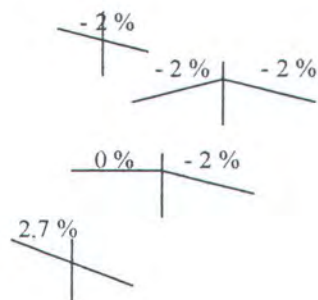
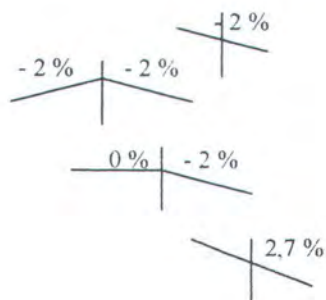
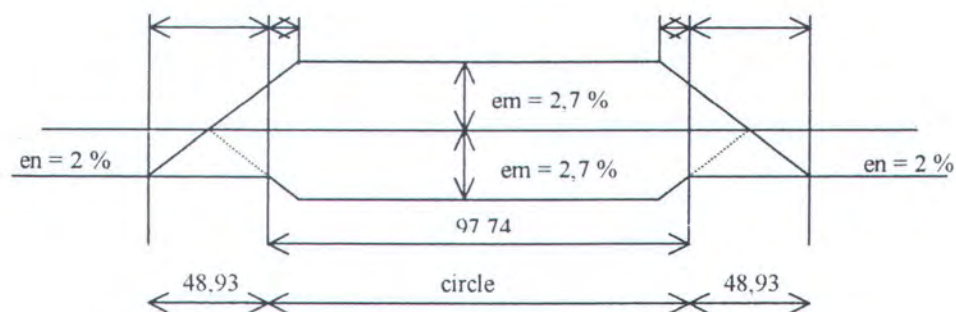
$$= 794,5402 + 2,5/2 - \sqrt{793,2903^2 - (6,5 + 1,5)^2}$$

$$= 2,54 \text{ m}$$

$$m = B - b$$

$$= 2,54 - 2,5$$

$$= 0,04 \text{ m}$$



LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

BAB V

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR

BAB V
PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR

5.1. Umum

Konstruksi perkerasan jalan terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan – lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan kelapisan di bawahnya.

5.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

5.2.1 Data tanah

Sesuai data yang diperoleh pada proyek lingkaran luar barat kota Madiun, CBR tanah dasar diambil dari hasil test CBR lapangan urugan pilihan (selected embankment). Maka untuk perencanaan perkerasan jalan digunakan CBR rata – rata dari material urugan (selected embankment).

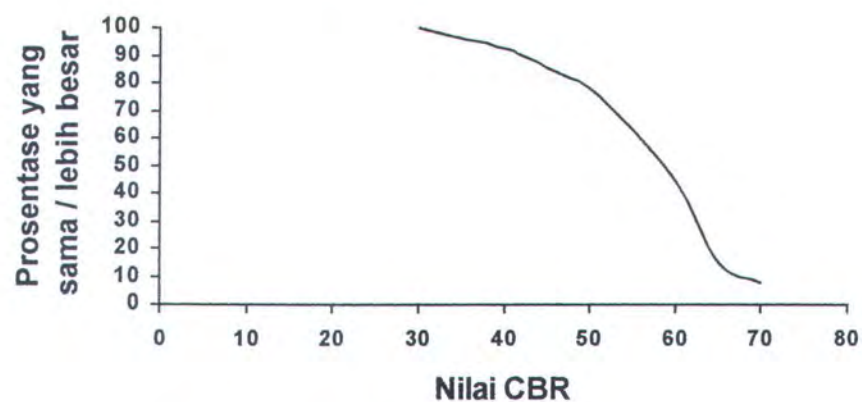
Data CBR didapat dari hasil test DCPT (Dynamic Cone Penetrometer Test) yang dilakukan sepanjang jalan lingkaran luar barat kota Madiun, yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.1. Hasil tes DCPT ini dibuat dalam bentuk grafis.

Tabel 5.1 Perhitungan presentasi nilai CBR

CBR	Jumlah yang sama / Lebih besar	Prosentase yang sama / lebih besar
30	27	$27/27 \times 100 \% = 100 \%$
30	-	-
40	25	$25/27 \times 100 \% = 92,59 \%$
40	-	-
45	23	$23/27 \times 100 \% = 85,18 \%$
45	-	-
50	21	$21/27 \times 100 \% = 77,78 \%$
50	-	-
50	-	-
50	-	-
55	17	$17/27 \times 100 \% = 62,96 \%$

55	-	-
55	-	-
55	-	-
55	-	-
60	12	$12/27 \times 100 \% = 44,44 \%$
60	-	-
60	-	-
60	-	-
60	-	-
60	-	-
60	-	-
60	-	-
65	4	$4/27 \times 100 \% = 14,81 \%$
65	-	-
70	2	$2/27 \times 100 \% = 7,41 \%$
70	-	-

GRAFIK CBR



Gambar 5.1 Grafik penentuan CBR rata – rata

Dari perhitungan dengan menggunakan cara grafis didapatkan CBR rata – rata sebesar 42 %.

5.2.2 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan diambil berdasarkan pertimbangan dari peranan jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomis jalan yang bersangkutan. Untuk perencanaan jalan lingkar luar barat kota Madiun dipergunakan umur rencana 10 tahun.

5.2.3 Data Lalu Lintas

Dalam menghitung VLLR (Volume Lalu Lintas Rencana) kendaraan tidak bermotor seperti cikar, sepeda, becak tidak diperhitungkan karena pengoperasiannya berbeda dibandingkan dengan kendaraan. Dari hasil olah data pada survey tahun 2001 diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 5.2 LHR tahun 2001

No.	Jenis Kendaraan	LHR
1	Mobil penumpang 2 ton (1 + 1)	1103
2	Oplet, pick up 2 ton (1 + 1)	1025
3	Micro truck 6 ton (2,04 + 3,96)	607
4	Bus 16,3 ton (5,54 + 10,76)	1024
5	Truck 2 as 14,03 ton (4,77 + 9,26)	649
6	Truck 3 as, truck gandengan, trailler 25 ton (6,25 + 9,375/9,375)	534

5.2.4 LHR Pada Awal Umur Rencana

LHR pada tahun 2004 adalah LHR pada awal umur rencana.

Rumus : $LHR \times (1 + i)^n$

Dimana : n = umur rencana

i = perkembangan lalu lintas

Dengan n = 3 dan i = 0,0144 maka didapat :

1. Mobil penumpang 2 ton : $1103 \times (1 + 0,0144)^3 = 1151,339$

2. Oplet, pick up 2 ton : $1025 \times (1 + 0,0144)^3 = 1069,921$

3. Micro truck 6 ton : $607 \times (1 + 0,0144)^3 = 633,602$

4. Bus 16,3 ton : $1024 \times (1 + 0,0144)^3 = 1068,877$

5. Truck 2 as 14,03 ton : $649 \times (1 + 0,0144)^3 = 677,442$

6. Truck 3 as, truck gandengan, trailler 25 ton :

$$534 \times (1 + 0,0144)^3 = \underline{557,403}$$

5158,584 kend

5.2.5 LHR Pada Akhir Umur Rencana

LHR pada tahun 2014 adalah LHR pada akhir umur rencana.

Dengan $n = 10$ dan $i = 0,0144$ maka didapatkan :

1. Mobil penumpang 2 ton : $1151,339 \times (1 + 0,0144)^3 = 1328,298$

2. Oplet, pick up 2 ton : $1069,921 \times (1 + 0,0144)^3 = 1234,366$

3. Micro truck 6 ton : $633,602 \times (1 + 0,0144)^3 = 730,987$

4. Bus 16,3 ton : $1068,877 \times (1 + 0,0144)^3 = 1233,163$

5. Truck 2 as 14,03 ton : $677,442 \times (1 + 0,0144)^3 = 781,565$

6. Truck 3 as, truck gandengan, trailler 25 ton :

$$557,403 \times (1 + 0,0144)^3 = \underline{643,076}$$

5951,455 kend

5.2.6 Menghitung Angka Ekuivalen

Angka ekuivalen masing – masing kendaraan adalah sebagai berikut :

1. Mobil penumpang 2 ton (1+1) : $0,0002 + 0,0002 = 0,0004$

2. Oplet, pick up 2 ton (1+1) : $0,0002 + 0,0002 = 0,0004$

3. Micro truck 6 ton (2,04+3,96) : $0,0039 + 0,0555 = 0,0594$

4. Bus 16,3 ton (5,54+10,76) : $0,2125 + 3,0234 = 3,2359$

5. Truck 2 as 14,03 ton (4,77+9,26) : $0,1168 + 1,6584 = 1,7752$

6. Truck 3 as, truck gandengan, trailler 25 ton (6,25 + 9,375/9,375) :

$$0,3442 + 2,3974 = 2,7416$$

5.2.7 Menghitung LEP

LEP adalah jumlah lintas ekuivalen rata – rata dari sumbu tunggal seberat 8,160 ton pada jalur rencana yang diduga / diperkirakan terjadi pada permulaan umur rencana.

Rumus : $LEP = LHR_0 \times C \times E$

Dimana : LHR_0 = Lalu lintas harian rencana pada awal umur rencana

C = Koefisien distribusi kendaraan (tabel 2.18)

E = Angka Ekuivalen

$$1. \text{ Mobil penumpang 2 ton : } 1151,339 \times 0,3 \times 0,0004 = 0,1382$$

$$2. \text{ Oplet, pick up 2 ton : } 1069,921 \times 0,3 \times 0,0004 = 0,1284$$

$$3. \text{ Micro truck 6 ton : } 633,602 \times 0,45 \times 0,0594 = 16,9362$$

$$4. \text{ Bus 16,3 ton : } 1068,877 \times 0,45 \times 3,2359 = 1556,4506$$

$$5. \text{ Truck 2 as 14,03 ton : } 677,442 \times 0,45 \times 1,7752 = 541,1678$$

$$6. \text{ Truck 3 as, truck gandengan, trailer 25 ton :}$$

$$557,403 \times 0,45 \times 2,7416 = 687,6792$$

$$\text{LEP} = 2802,5004$$

5.2.8 Menghitung LEA

LEA (Lintas Ekuivalen Akhir) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata – rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada jalur rencana yang diperkirakan terjadi pada akhir umur rencana.

$$\text{Rumus : } LEA = LHR (1 + i)^{UR} \times C \times E$$

Dimana : $LHR (1 + i)^{UR}$ = LHR akhir umur rencana

C = koefisien distribusi kendaraan (tabel 2.18)

E = angka ekuivalen (tabel 2.17)

$$1. \text{ Mobil penumpang 2 ton : } 1328,298 \times 0,3 \times 0,0004 = 0,1594$$

$$2. \text{ Oplet, pick up 2 ton : } 1234,366 \times 0,3 \times 0,0004 = 0,1481$$

$$3. \text{ Micro truck 6 ton : } 730,987 \times 0,45 \times 0,0594 = 19,5393$$

$$4. \text{ Bus 16,3 ton : } 1233,163 \times 0,45 \times 3,2359 = 1795,6765$$

$$5. \text{ Truck 2 as 14,03 ton : } 781,565 \times 0,45 \times 1,7752 = 624,3454$$

$$6. \text{ Truck 3 as, truck gandengan, trailer 25 ton :}$$

$$643,076 \times 0,45 \times 2,7416 = 793,3757$$

$$\text{LEA} = 3233,2444$$

Sehingga :

$$\text{LET} = \frac{\text{LEP} + \text{LEA}}{2}$$

$$= \frac{2802,5004 + 3233,2444}{2}$$

$$= 3017,87,24$$

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{UR} / 10$$

$$= 3017,8724 \times 10 / 10$$

$$= 3017,8724 \approx 3018$$

5.2.9 Menghitung Faktor Regional

Faktor regional (FR) adalah faktor setempat tentang keadaan lapangan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan.

Faktor regional untuk jalan lingkar luar barat kota Madiun adalah sebagai berikut :

Prosentase kendaraan berat pada :

- LHR_0

Kendaraan berat (> 5 ton) = 2937,324 kendaraan

Kendaraan ringan (< 5 ton) = 2221,26 kendaraan

Total kendaraan = 5158,583 kendaraan

$$\begin{aligned} \% \text{ kendaraan berat} &= \frac{2937,324}{5158,583} \times 100\% \\ &= 56,94 \% > 30 \% \end{aligned}$$

- LHR_{10}

Kendaraan berat (> 5 ton) = 3388,791

Kendaraan ringan (< 5 ton) = 2562,664

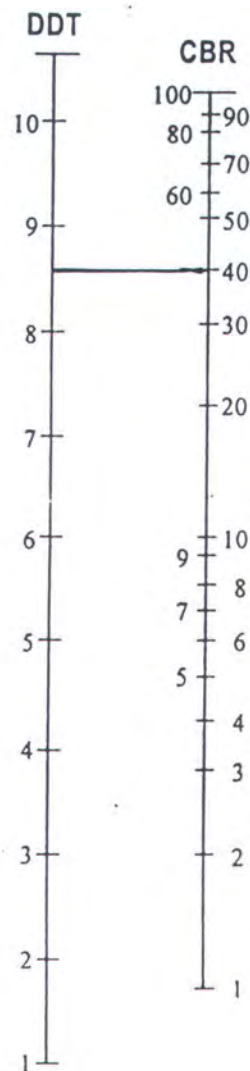
Total kendaraan = 5951,455

$$\begin{aligned} \% \text{ kendaraan berat} &= \frac{3388,791}{5951,455} \times 100\% \\ &= 56,94 \% > 30 \% \end{aligned}$$

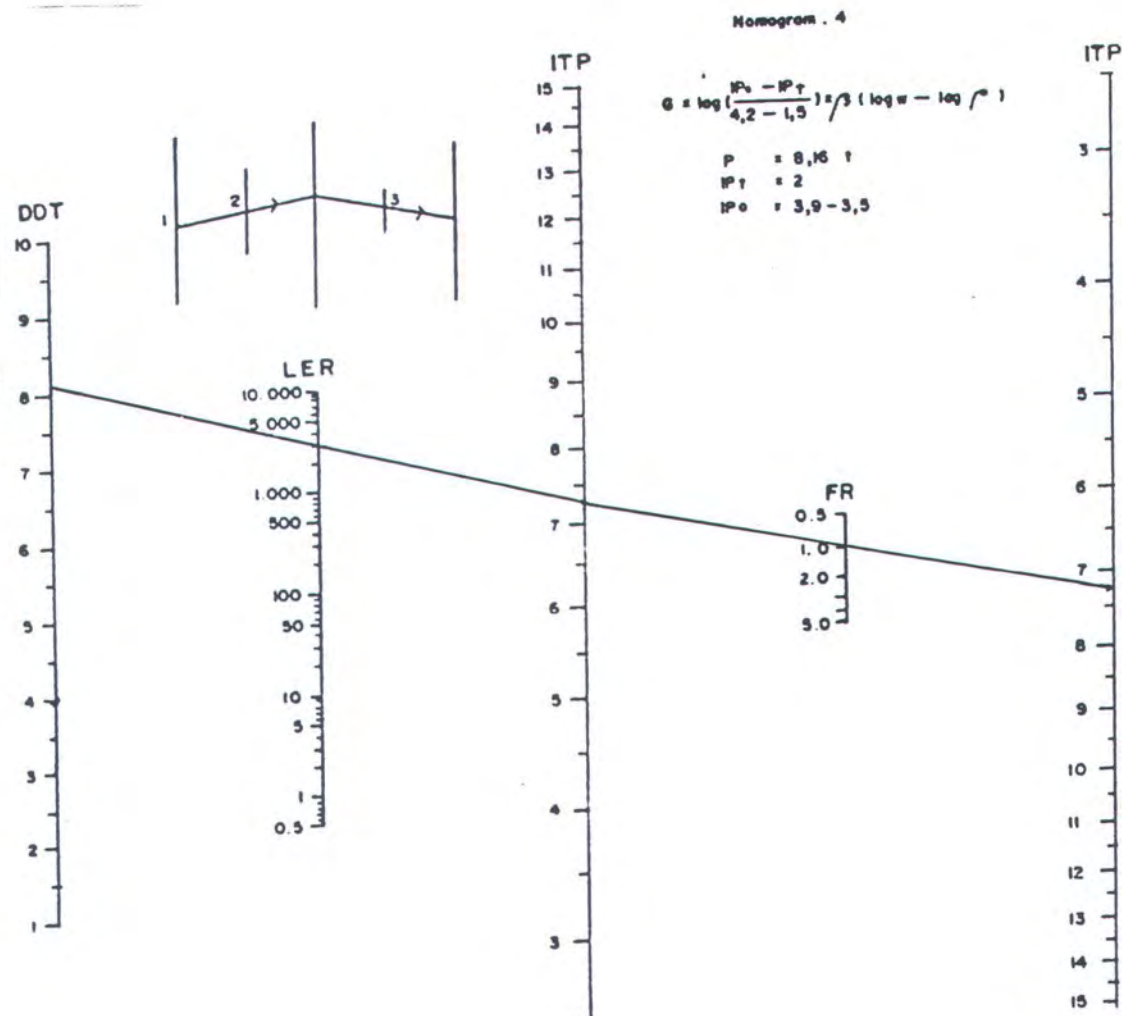
Jumlah curah hujan rata – rata tahunan lebih kecil dari 900 mm / tahun, dan kelandaian < 6 % maka $\text{FR} = 1,0$ (tabel 2.19)

5.2.10 Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah suatu besaran yang menyatakan kekuatan tanah dasar. Penggunaan tanah DDT pada nomogram mempunyai angka korelasi terhadap nilai CBR seperti yang terlihat pada nomogram pada gambar 5.2. Dari grafik korelasi DDT dan CBR pada gambar 5.2 didapat nilai DDT sebesar 8,57



Gambar 5.2
Grafik korelasi DDT dan CBR



Gambar 5.3
Nomogram penentuan ITP

5.2.11 Menetapkan Tebal Perkerasan Lentur

Diketahui : CBR = 40 %

DDT = 8,57

LER = 3018

IP = 2 (tabel 2.20)

FR = 1,0 (tabel 2.19)

Dari data – data tersebut diatas maka dapat diperoleh nilai \overline{ITP} , dengan menggunakan gambar 5.4. Sehingga diperoleh nilai \overline{ITP} sebesar 7,25 ($IP_0 = 3,9 - 2,5$).

Menetapkan tebal perkerasan :

» Jenis lapisan yang dipakai

- Lapis permukaan LASTON (MS 744)
- Lapis pondasi atas batu pecah klas A (CBR min 100 %)
- Lapis pondasi bawah sirtu klas B (CBR min 50 %)

» Koefisien kekuatan relatif

- Lapis permukaan (a_1) = 0,4
- Lapis pondasi atas (a_2) = 0,14
- Lapis pondasi bawah (a_3) = 0,12

» Batas tebal minimum tiap lapis perkerasan (tabel 2.29)

- Lapis permukaan D_1 = 7,5 cm
- Lapis pondasi atas D_2 = 20 cm

Maka dengan mengambil nilai minimum untuk D_1 dan D_2 , maka D_3 (lapis pondasi bawah) dapat dicari sebagai berikut :

$$\overline{ITP} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$7,25 = 0,4 \cdot 7,5 + 0,14 \cdot 20 + 0,12 \cdot D_3$$

$$D_3 = \frac{7,25 - 5,8}{0,12}$$

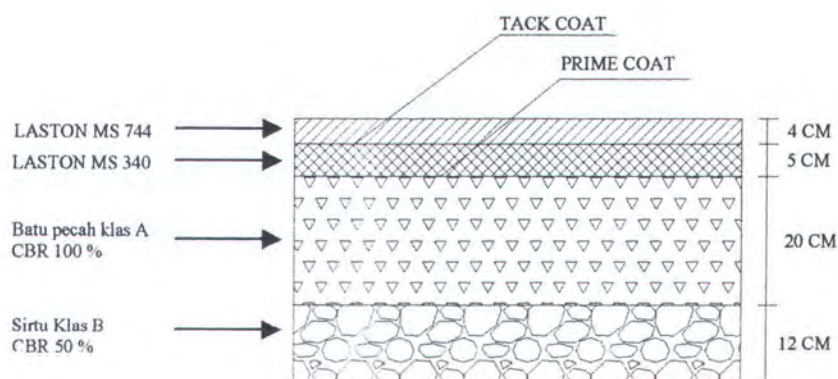
$$= 12,08 \approx 12 \text{ cm}$$

Untuk menghemat biaya konstruksi maka susunan perkerasan dapat diubah tanpa mengurangi kekuatan konstruksi menjadi :

- Untuk lapis permukaan menggunakan lapisan AC setebal 4 cm.
- Sisanya yang 3,25 cm AC dikonversikan ke lapisan perkerasan ATB (MS 340).

$$\begin{aligned} \text{ATB} &= (0,4 : 0,3) \times (7,5 - 4) \\ &= 4,6 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

AC setebal 9 cm dalam pelaksanaan dihamparkan sebanyak 2 kali, yaitu pertama 5 cm dan yang kedua 4 cm. Untuk 5 cm yang pertama diberi lapis resap pengikat prime coat dan untuk yang kedua diberi lapis pengikat tack coat.



Gambar 5.2 Rencana susunan lapis perkerasan

5.3. Analisa Galian Timbunan

Didalam perencanaan jalan raya sering terjadi dimana elevasi jalan raya yang diinginkan tidak sesuai dengan elevasi tanah asli, sehingga diperlukan perbaikan tanah baik itu galian maupun timbunan.

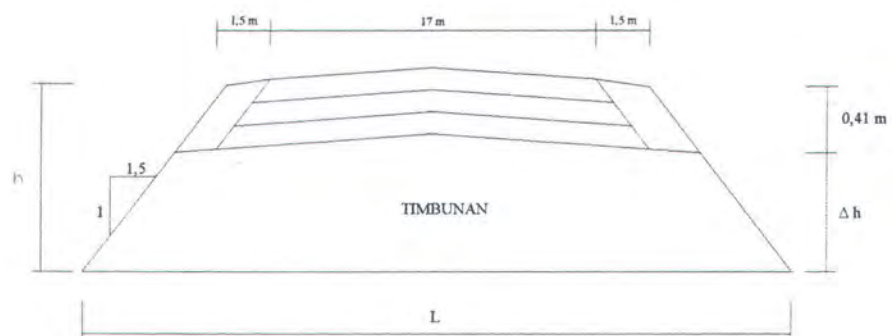
5.3.1 Kemiringan Galian dan Timbunan

Timbunan tanah sampai ketinggian tertentu masih tetap aman jika memiliki lereng 1,5 : 1. Kemiringan galian pada tanah biasa yang tak terganggu tidak akan longsor jika memiliki kemiringan 1 : 1 walaupun sudah dilakukan pelebaran dibawah bukit.

5.3.2 Perhitungan Galian dan Timbunan

Dalam perencanaan jalan lingkar luar barat kota Madiun khususnya pada STA 0 + 350 – STA 5 + 200 hanya diperlukan timbunan karena pada daerah tersebut berupa sawah dimana elevasi dari sawah tersebut relatif lebih rendah dari elevasi jalan lama.

Timbunan pada STA 0 + 350 – 0 + 400



h = tinggi dari tanah dasar ke elevasi jalan lama.

Δh = tinggi timbunan ($h - 0,41$)

Elevasi STA 0 + 350 = + 97,74

Elevasi STA 0 + 400 = + 98,74

Elevasi direncanakan sesuai elevasi jalan lama pada STA 0 + 00 = + 100

Luas pada STA 0 + 350

$$\Delta h = 100 - 0,41$$

$$= 99,59$$

$$(2 \times 0,615) + (2 \times 1,5) + 17 = 21,23 \text{ m}$$

$$20 + (2 \times 0,615) + ((99,59 - 97,74) \times 1,5 \times 2) = 26,78 \text{ m}$$

$$\text{Luas} = (21,23 + 26,78) \times \frac{1}{2} \times (99,59 - 97,74) = 44,409 \text{ m}^2$$

Luas pada STA 0 + 400

$$\Delta h = 101,25 - 0,41$$

$$= 100,84$$

$$(2 \times 0,615) + (2 \times 1,5) + 17 = 21,23 \text{ m}$$

$$20 + (2 \times 0,615) + ((100,84 - 98,74) \times 1,5 \times 2) = 27,53 \text{ m}$$

$$\text{Luas} = (21,23 + 27,53) \times \frac{1}{2} \times (100,84 - 99,05) = 51,198 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas rata - rata} = \frac{44,409 + 51,198}{2}$$

$$= 47,804 \text{ m}^2$$

Volume = luas rata - rata x jarak

$$= 47,804 \times 50$$

$$= 2390,2 \text{ m}^3$$

Selanjutnya perhitungan disajikan dalam bentuk tabel seperti di bawah ini :

STA	Elevasi	Elevasi Rencana	Panjang atas	Panjang bawah	Luas	Luas rata-rata	Jarak	Volume
0+350	97,74	100,00	21,23	26,78	44,409	47,804	50	2390,181
0+400	98,74	101,25	21,23	27,53	51,198	54,263	50	2713,130
0+450	99,72	102,45	21,23	28,19	57,327	66,806	50	3340,291
0+510	99,07	102,45	21,23	30,14	76,284	56,010	50	2800,491
0+550	99,32	101,25	21,23	25,79	35,735	23,704	50	1185,211
0+600	99,26	100,20	21,23	22,82	11,673	22,805	50	1140,263
0+650	98,24	100,10	21,23	25,58	33,937	33,682	50	1684,088
0+700	98,42	100,26	21,23	25,52	33,426	33,171	50	1658,568
0+750	98,60	100,42	21,23	25,46	32,916	32,662	50	1633,108
0+800	98,78	100,58	21,23	25,40	32,408	32,917	50	1645,853
0+850	98,95	100,79	21,23	25,52	33,426	33,938	50	1696,893
0+900	98,90	100,78	21,23	25,64	34,449	35,739	50	1786,948
0+950	98,80	100,78	21,23	25,94	37,028	37,288	50	1864,408
1+000	98,76	100,76	21,23	26,00	37,548	38,069	50	1903,453
1+050	98,70	100,74	21,23	26,12	38,590	37,809	50	1890,468
1+100	98,74	100,72	21,23	25,94	37,028	35,996	50	1799,783
1+150	98,80	100,70	21,23	25,70	34,963	38,620	50	1930,983
1+200	98,52	100,70	21,23	26,54	42,276	42,276	50	2113,823
1+250	98,46	100,64	21,23	26,54	42,276	44,689	50	2234,468
1+300	98,22	100,58	21,23	27,08	47,102	46,293	50	2314,628
1+350	98,22	100,52	21,23	26,90	45,483	47,381	50	2369,028
1+400	98,22	100,66	21,23	27,32	49,278	45,512	50	2275,613
1+450	98,22	100,38	21,23	26,48	41,746	41,218	50	2060,893
1+500	98,16	100,28	21,23	26,36	40,689	39,119	50	1955,933
1+550	98,10	100,10	21,23	26,00	37,548	36,771	50	1838,528
1+600	97,96	99,90	21,23	25,82	35,993	35,478	50	1773,903
1+650	97,82	99,72	21,23	25,70	34,963	34,195	50	1709,728
1+700	97,70	99,54	21,23	25,52	33,426	33,682	50	1684,088
1+750	97,48	99,34	21,23	25,58	33,937	31,409	50	1570,463
1+800	97,64	99,30	21,23	24,98	28,881	28,383	50	1419,143
1+850	97,62	99,24	21,23	24,86	27,884	27,388	50	1369,423
1+900	97,62	99,20	21,23	24,74	26,892	26,399	50	1319,943
1+950	97,60	99,14	21,23	24,62	25,905	29,921	50	1496,063
2+000	97,24	99,10	21,23	25,58	33,937	30,415	50	1520,743
2+050	97,46	99,04	21,23	24,74	26,892	27,637	50	1381,868
2+100	97,42	99,06	21,23	24,92	28,382	27,885	50	1394,253
2+150	97,34	98,94	21,23	24,80	27,388	27,388	50	1369,393

2+200	97,30	98,90	21,23	24,80	27,388	27,636	50	1381,808
2+250	97,22	98,84	21,23	24,86	27,884	28,133	50	1406,668
2+300	97,16	98,80	21,23	24,92	28,382	28,382	50	1419,113
2+350	97,10	98,74	21,23	24,92	28,382	28,632	50	1431,588
2+400	97,04	98,70	21,23	24,98	28,881	28,881	50	1444,063
2+450	97,00	98,66	21,23	24,98	28,881	28,881	50	1444,063
2+500	96,92	98,58	21,23	24,98	28,881	28,881	50	1444,063
2+550	96,86	98,52	21,23	24,98	28,881	28,881	50	1444,063
2+600	96,80	98,46	21,23	24,98	28,881	28,881	50	1444,063
2+650	96,74	98,40	21,23	24,98	28,881	28,632	50	1431,588
2+700	96,68	98,32	21,23	24,92	28,382	30,904	50	1545,212
2+750	96,40	98,24	21,23	25,52	33,426	31,906	50	1595,293
2+800	96,44	98,16	21,23	25,16	30,385	28,639	50	1431,948
2+850	96,50	98,08	21,23	24,74	26,892	27,887	50	1394,343
2+900	96,34	98,00	21,23	24,98	28,881	29,633	50	1481,668
2+950	96,20	97,92	21,23	25,16	30,385	30,385	50	1519,273
3+000	96,22	97,94	21,23	25,16	30,385	29,883	50	1494,173
3+050	96,08	97,76	21,23	25,04	29,381	29,883	50	1494,173
3+100	95,92	97,64	21,23	25,16	30,385	30,134	50	1506,708
3+150	95,78	97,48	21,23	25,10	29,883	29,883	50	1494,143
3+200	95,62	97,32	21,23	25,10	29,883	29,632	50	1481,607
3+250	95,48	97,16	21,23	25,04	29,381	29,632	50	1481,608
3+300	95,30	97,00	21,23	25,10	29,883	28,091	50	1404,560
3+350	95,56	97,12	21,23	24,67	26,300	27,590	50	1379,500
3+400	97,04	98,70	21,23	24,98	28,881	28,881	50	1444,063
3+450	97,04	98,70	21,23	24,98	28,881	40,039	50	2001,950
3+500	98,74	101,25	21,23	27,53	51,198	54,263	50	2713,150
3+450	99,72	102,45	21,23	28,19	57,327	54,263	50	2713,150
3+500	98,74	101,25	21,23	27,53	51,198	54,263	50	2713,150
3+450	99,72	102,45	21,23	28,19	57,327	66,806	50	3340,291
3+500	99,07	102,45	21,23	30,14	76,284	56,010	50	2800,491
3+550	99,32	101,25	21,23	25,79	35,735	23,704	50	1185,211
3+600	99,26	100,20	21,23	22,82	11,673	22,805	50	1140,263
3+650	98,24	100,10	21,23	25,58	33,937	33,682	50	1684,088
3+700	98,42	100,26	21,23	25,52	33,426	33,171	50	1658,568
3+750	98,60	100,42	21,23	25,46	32,916	32,662	50	1633,108
3+800	98,78	100,58	21,23	25,40	32,408	32,917	50	1645,853
3+850	98,95	100,79	21,23	25,52	33,426	33,938	50	1696,893
3+900	98,90	100,78	21,23	25,64	34,449	35,739	50	1786,948
4+950	98,80	100,78	21,23	25,94	37,028	37,288	50	1864,408
4+000	98,76	100,76	21,23	26,00	37,548	38,069	50	1903,453

4+050	98,70	100,74	21,23	26,12	38,590	37,809	50	1890,468
4+100	98,74	100,72	21,23	25,94	37,028	35,996	50	1799,783
4+150	98,80	100,70	21,23	25,70	34,963	38,620	50	1930,983
4+200	98,52	100,70	21,23	26,54	42,276	42,276	50	2113,823
4+250	98,46	100,64	21,23	26,54	42,276	44,689	50	2234,468
4+300	98,22	100,58	21,23	27,08	47,102	46,293	50	2314,628
4+350	98,22	100,52	21,23	26,90	45,483	47,381	50	2369,028
4+400	98,22	100,66	21,23	27,32	49,278	45,512	50	2275,613
4+450	98,22	100,38	21,23	26,48	41,746	41,218	50	2060,893
4+500	98,16	100,28	21,23	26,36	40,689	39,119	50	1955,933
4+550	98,10	100,10	21,23	26,00	37,548	36,771	50	1838,528
4+600	97,96	99,90	21,23	25,82	35,993	35,478	50	1773,903
4+650	97,82	99,72	21,23	25,70	34,963	34,195	50	1709,728
4+700	97,70	99,54	21,23	25,52	33,426	33,682	50	1684,088
4+750	97,48	99,34	21,23	25,58	33,937	31,409	50	1570,463
4+800	97,64	99,30	21,23	24,98	28,881	28,383	50	1419,143
4+850	97,62	99,24	21,23	24,86	27,884	27,388	50	1369,423
4+900	97,62	99,20	21,23	24,74	26,892	26,399	50	1319,943
4+950	97,60	99,14	21,23	24,62	25,905	29,921	50	1496,063
5+000	97,24	99,10	21,23	25,58	33,937	30,415	50	1520,743
5+050	97,46	99,04	21,23	24,74	26,892	27,637	50	1381,868
5+100	97,42	99,06	21,23	24,92	28,382	27,885	50	1394,253
5+150	97,34	98,94	21,23	24,80	27,388	27,388	50	1369,393
5+200	97,34	98,94	21,23	24,80	27,388	27,388	50	1369,393
								179.318,900

Dari perhitungan diperoleh jumlah volume timbunan yang dibutuhkan pada STA
0 + 350 – 5+ 200 sebesar 179.318,900 m³.

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

BAB VI

PERENCANAAN SALURAN TEPI JALAN

BAB VI
PERENCANAAN SALURAN TEPI JALAN

6.1. Umum

Dalam perencanaan drainase dikenal 2 sistem drainase yaitu :

1. Drainase permukaan
2. drainase dibawah permukaan

Sistem drainase baik drainase permukaan maupun drainase dibawah permukaan dimaksudkan untuk menampung, mengalirkan dan membuang air terutama air hujan agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada. Air hujan yang tidak segera terbuang akan merusak lapisan-lapisan permukaan jalan.

6.2. Perhitungan Analisa Hidrologi

Untuk perhitungan analisa hidrologi diperlukan data curah hujan harian maksimum pertahun. Data tersebut digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan (I). Pengolahan data tersebut adalah sebagai berikut :

No	Tahun	Ri (mm/24)	$(R - \bar{R})^2$
1	1990	38	1030,41
2	1991	40	906,01
3	1992	58	146,41
4	1993	52	327,61
5	1994	40	906,01
6	1995	85	222,01
7	1996	87	285,61
8	1997	81	118,81
9	1998	115	2016,01
10	1999	105	1218,01
		$\Sigma R = 701$	$\Sigma(R - \bar{R})^2 = 7176,90$

$$\bar{R} = \frac{701}{10} = 70,1$$

$$\begin{aligned} Sx &= \sqrt{\frac{\sum (Ri - R)^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{7176,90}{10}} \\ &= 26,79 \end{aligned}$$

$$Sx = R + \frac{Sx}{Sn} (YT - Yn)$$

Untuk memperoleh YT, Yn, Sn digunakan tabel dengan memakai periode ulang (T) = 5 tahun, n = 10 tahun.

Dari tabel diperoleh nilai :

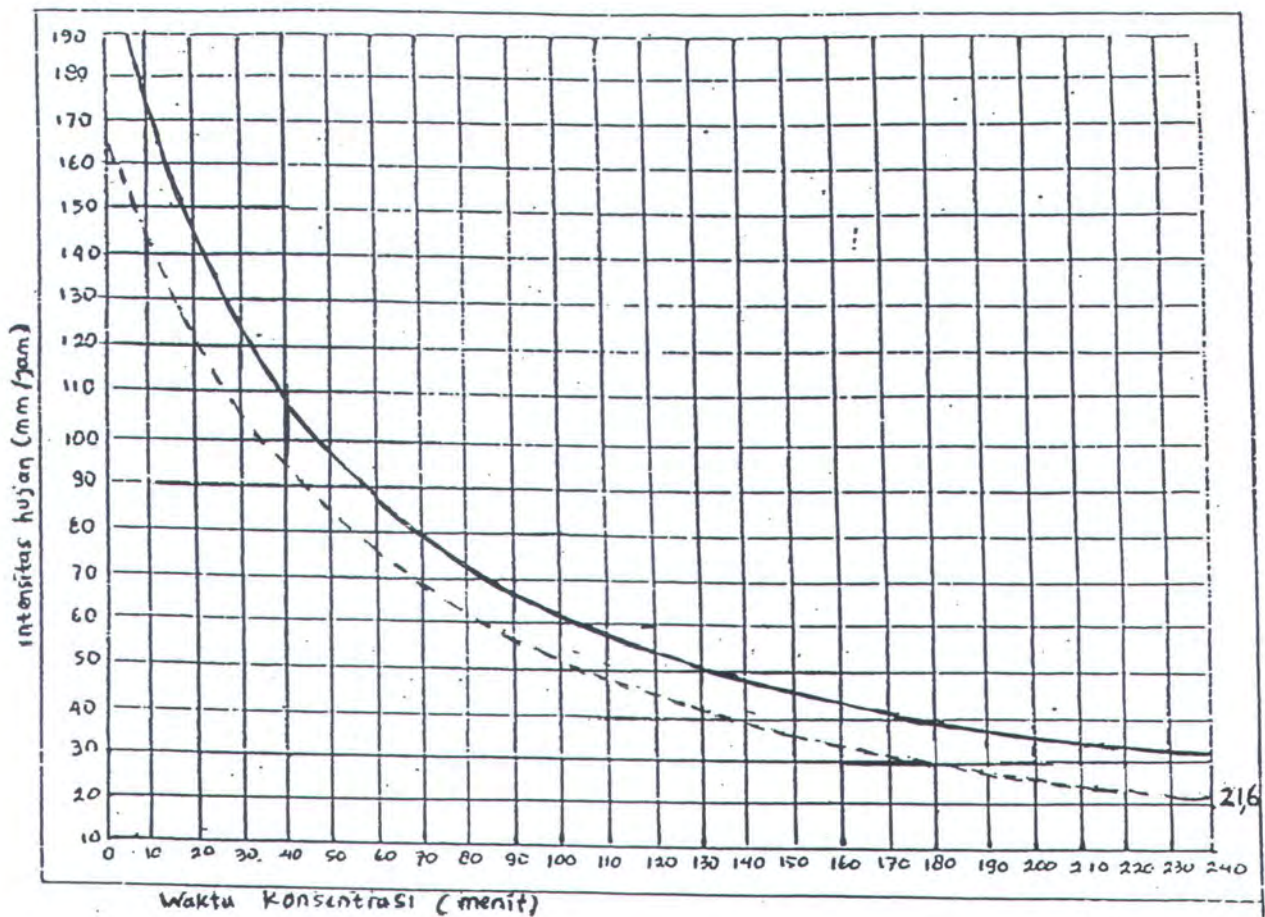
$$YT = 1,4999$$

$$Yn = 0,5128$$

$$Sn = 1,0206$$

$$\begin{aligned} Sx &= 70,1 + \frac{26,79}{1,0206} (1,4999 - 0,5128) \\ &= 96,0106 \text{ mm / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{90 \% \times RT}{4} \\ &= \frac{90 \% \times 96,0106}{4} \\ &= 21,60 \text{ mm / jam} \end{aligned}$$



Grafik Kurva Rencana

Keterangan :

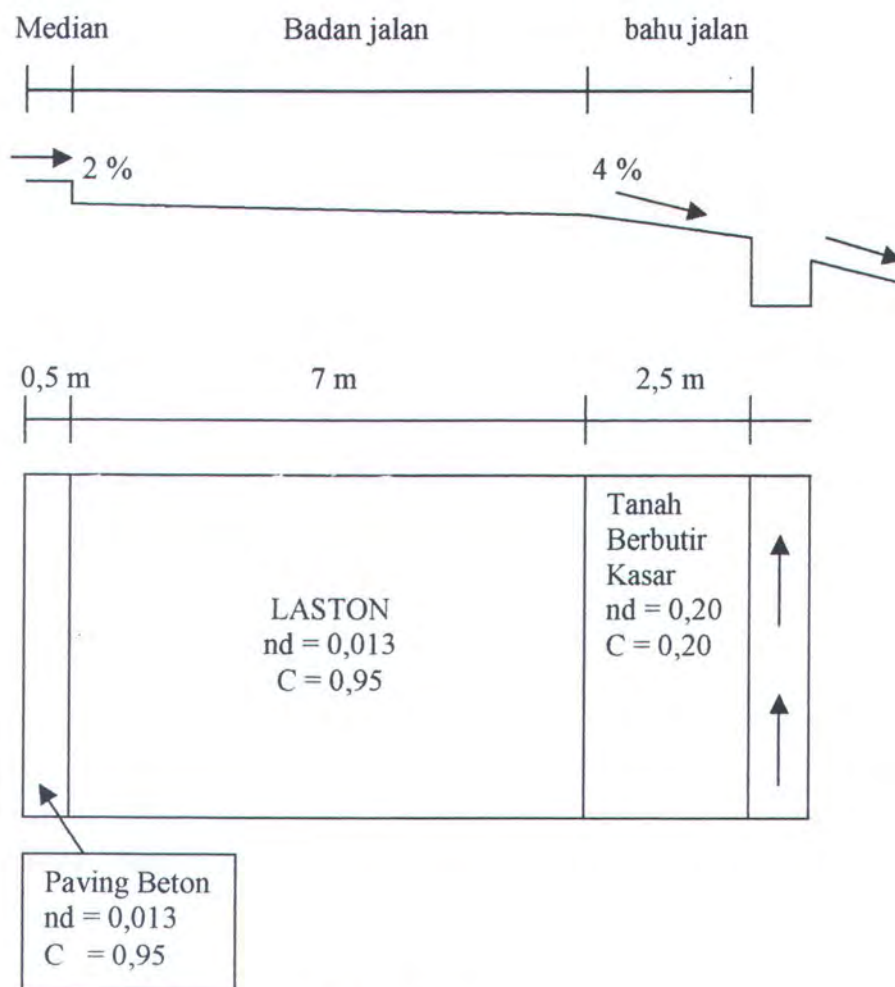
Untuk memperoleh Intensitas Hujan Maksimum didapat dengan cara memplotkan nilai dari waktu konsentrasi (T_c) yang diperoleh dari perhitungan, kemudian ditarik garis lurus sampai memotong kurva hujan rencana.

6.3. Perhitungan Saluran Tepi

1. Saluran I (STA 0 + 510 s/d STA 0 + 850)

a. Penentuan Debit rencana dari badan jalan

- Luas median jalan (A_m)	$= 0,5 \times 340 =$	170 m^2
- Luas badan jalan aspal (A_j)	$= 7,0 \times 340 =$	2380 m^2
- Luas bahu jalan (A_b)	$= 2,5 \times 340 =$	850 m^2
- Bagian luar	$= 100 \times 340 =$	34000 m^2
		$= 37400 \text{ m}^2$
		$= 0,0374 \text{ km}^2$



Gambar 6.1
Penentuan Catcment Area

- Menentukan besaran koefisien C :

1. Median jalan (L1) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
2. Permukaan jalan aspal (L2) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
3. Bahu jalan (L3) \longrightarrow koefisien C = 0,20 \longrightarrow nd = 0,20
4. Bagian luar (L4) \longrightarrow koefisien C = 0,60 \longrightarrow nd = 0,20

- Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

$$t_{median} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 0,68 \text{ menit}$$

$$t_{aspal} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,0 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 1,06 \text{ menit}$$

$$t_{bahu} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right]^{0,167} = 1,33 \text{ menit}$$

$$t_{tanah} = [2/3 \times 3,28 \times 100 \times (0,02/\sqrt{0,06})] = 1,96 \text{ menit}$$

$$5,03 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} t_2 &= L / 60.V \\ &= 340 / 60.1,50 \\ &= 3,73 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$Tc = t_1 + t_2 = 5,03 + 3,73 = 8,76 \text{ menit}$$

Dengan harga Tc = 8,76 menit, diperoleh intensitas hujan maksimum dengan cara memplot nilai Tc kemudian ditarik garis keatas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana : I maks = 148 mm/jam.

- Perhitungan koefisien pengaliran

$$\begin{aligned} C &= [C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + C_4.A_4] / [A_1 + A_2 + A_3 + A_4] \\ &= [0,95 \times 2380 + 0,2 \times 850 + 0,95 \times 170 + 0,60 \times 34000] / [2380 + 850 + 170 + 34000] \\ &= 0,6148 \end{aligned}$$

- Analisa debit banjir

$$Q = 1/3,6 \times C \times I \times A$$

$$= 1/3,6 \times 0,6148 \times 148 \times 0,0374$$

$$= 0,945 \text{ m}^3/\text{det}$$

b. Debit Rencana Saluran I

$$Q_{\text{sal I}} = Q_{\text{jalan}}$$

$$= 0,945 \text{ m}^3/\text{det}$$

c. Perhitungan kemiringan lapangan

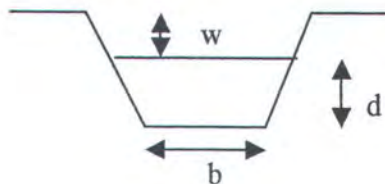
$$I = \frac{h_0 - h_1}{L} \times 100 \%$$

$$= \frac{98,95 - 98,40}{340} \times 100 \%$$

$$= 0,162 \%$$

d. Perhitungan Saluran Tepi Jalan

- Digunakan saluran bentuk Trapesium dari pasangan batu



$$\text{Syarat : } b = 0,828 d$$

$$R = Fd/P$$

- Perhitungan dimensi saluran

Saluran direncanakan pasangan batu, kecepatan ijin 1,50 m/detik

$$\text{Penampang basah (Fd)} = Q/V = 0,945 / 1,50 = 0,63 \text{ m}^2$$

Kemiringan talud = 1 : 1

$$F = d(b + m.d)$$

$$= d(0,828 d + d)$$

$$= 0,828 d^2 + d^2$$

$$= 1,828 d^2$$

$$Fd = 0,63 \text{ m}^2$$

$$1,828 d^2 = 0,63 \text{ m}^2$$

$$d^2 = 0,35 \rightarrow d = 0,59 \text{ m} \approx 0,75 \text{ m}$$

$$b = 0,828 \times 0,75 = 0,62 \text{ m} \approx 0,65 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times d} = \sqrt{0,5 \times 0,75} = 0,61 \text{ m}$$

Kemiringan saluran

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$
$$= 1/0,02 \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$P = b + 2d \sqrt{m^2 + 1}$$
$$= 0,65 + 2 \times 0,75 \sqrt{1^2 + 1}$$
$$= 2,77 \text{ m}$$

$$R = 0,96 / 2,77 = 0,347$$

$$i = [(V \times n) / (R^{2/3})]^2$$
$$= [(1,50 \times 0,02) / (0,347^{2/3})]^2$$
$$= 0,00369$$

i perhitungan > i lapangan (tidak diperlukan pematah arus)

2. Saluran II (STA 0 + 850 s/d STA 1 + 390)

a. Penentuan Debit rencana dari badan jalan

$$\begin{aligned}
 - \text{Luas median jalan (Am)} &= 0,5 \times 540 = 270 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas badan jalan aspal (Aj)} &= 7,0 \times 540 = 3780 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas bahu jalan (Ab)} &= 2,5 \times 540 = 1350 \text{ m}^2 \\
 - \text{Bagian luar} &= 100 \times 540 = 54000 \text{ m}^2 \\
 &= 59.400 \text{ m}^2 \\
 &= 0,0594 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

• Menentukan besaran koefisien C :

1. Median jalan (L1) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
2. Permukaan jalan aspal (L2) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
3. Bahu jalan (L3) \longrightarrow koefisien C = 0,20 \longrightarrow nd = 0,20
4. Bagian luar (L4) \longrightarrow koefisien C = 0,60 \longrightarrow nd = 0,20

• Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

$$t_{\text{median}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 0,68 \text{ menit}$$

$$t_{\text{aspal}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,0 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 1,06 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right]^{0,167} = 1,33 \text{ menit}$$

$$t_{\text{tanah}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times (0,02/\sqrt{0,06}) \right]^{0,167} = 1,96 \text{ menit}$$

$$\underline{\hspace{10em}} 5,03 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 t_2 &= L / 60.V \\
 &= 540 / 60.1,50 \\
 &= 6,00 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 5,03 + 6,00 = 11,03 \text{ menit}$$

Dengan harga $T_c = 11,03$ menit, diperoleh intensitas hujan maksimum dengan cara memplot nilai T_c kemudian ditarik garis keatas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana : $I_{maks} = 142$ mm/jam.

- Perhitungan koefisien pengaliran

$$\begin{aligned} C &= [C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + C_4.A_4] / [A_1 + A_2 + A_3 + A_4] \\ &= [0,95 \times 3780 + 0,2 \times 1350 + 0,95 \times 270 + 0,60 \times 54000] / [3780 + 1350 + 270 + 54000] \\ &= 0,6148 \end{aligned}$$

- Analisa debit banjir

$$\begin{aligned} Q &= 1/3,6 \times C \times I \times A \\ &= 1/3,6 \times 0,6148 \times 142 \times 0,0594 \\ &= 1,440 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

b. Debit Rencana Saluran II

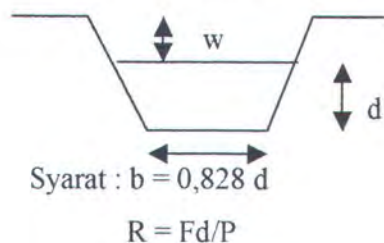
$$\begin{aligned} Q_{\text{sal II}} &= Q_{\text{jalan}} \\ &= 1,440 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

c. Perhitungan kemiringan lapangan

$$\begin{aligned} I &= \frac{h_0 - h_1}{L} \times 100 \% \\ &= \frac{98,95 - 98,22}{540} \times 100 \% \\ &= 0,135 \% \end{aligned}$$

d. Perhitungan Saluran Tepi Jalan

- Digunakan saluran bentuk Trapesium dari pasangan batu



- Perhitungan dimensi saluran

Saluran direncanakan pasangan batu, kecepatan ijin 1,50 m/detik

$$\text{Penampang basah (Fd)} = Q/V = 1,440 / 1,50 = 0,96 \text{ m}^2$$

Kemiringan talud = 1 : 1

$$\begin{aligned} F &= d(b + m \cdot d) \\ &= d(0,828d + d) \\ &= 0,828d^2 + d^2 = 1,828d^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fd &= 0,96 \text{ m}^2 \\ 1,828d^2 &= 0,96 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$d^2 = 0,53 \rightarrow d = 0,73 \text{ m} \approx 0,75 \text{ m}$$

$$b = 0,828 \times 0,75 = 0,62 \text{ m} \approx 0,65 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times d} = \sqrt{0,5 \times 0,75} = 0,61 \text{ m}$$

Kemiringan saluran

$$\begin{aligned} V &= 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2} \\ &= 1/0,02 \times R^{2/3} \times i^{1/2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2d \sqrt{m^2 + 1} \\ &= 0,65 + 2 \times 0,75 \sqrt{1^2 + 1} \\ &= 2,77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$R = 0,96 / 2,77 = 0,35$$

$$\begin{aligned} i &= [(V \times n) / (R^{2/3})]^2 \\ &= [(1,50 \times 0,02) / (0,35^{2/3})]^2 = 0,00352 \end{aligned}$$

i perhitungan > i lapangan (tidak diperlukan pematah arus)

3. Saluran III (STA 1 + 400 s/d STA 1 + 850)

a. Penentuan Debit rencana dari badan jalan

- Luas median jalan (A_m)	$= 0,5 \times 450 = 225 \text{ m}^2$
- Luas badan jalan aspal (A_j)	$= 7,0 \times 450 = 3150 \text{ m}^2$
- Luas bahu jalan (A_b)	$= 2,5 \times 450 = 1125 \text{ m}^2$
- Bagian luar	$= 100 \times 450 = 45000 \text{ m}^2$

$$= 49500 \text{ m}^2$$

$$= 0,0495 \text{ km}^2$$

• Menentukan besaran koefisien C :

1. Median jalan (L1) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
2. Permukaan jalan aspal (L2) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
3. Bahu jalan (L3) \longrightarrow koefisien C = 0,20 \longrightarrow nd = 0,20
4. Bagian luar (L4) \longrightarrow koefisien C = 0,60 \longrightarrow nd = 0,20

• Menentukan waktu konsentrasi (T_c)

$$t_{\text{median}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 0,68 \text{ menit}$$

$$t_{\text{aspal}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,0 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 1,06 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right]^{0,167} = 1,33 \text{ menit}$$

$$t_{\text{tanah}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times (0,02/\sqrt{0,06}) \right] = 1,96 \text{ menit}$$

$$\underline{\hspace{10em}} 5,03 \text{ menit}$$

$$t_2 = L / 60.V$$

$$= 450 / 60.1,50$$

$$= 5,00 \text{ menit}$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 5,03 + 5,00 = 10,03 \text{ menit}$$



Dengan harga $T_c = 10,03$ menit, diperoleh intensitas hujan maksimum dengan cara memplot nilai T_c kemudian ditarik garis keatas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana : $I_{maks} = 142 \text{ mm/jam}$.

- Perhitungan koefisien pengaliran

$$\begin{aligned} C &= [C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + C_4.A_4] / [A_1 + A_2 + A_3 + A_4] \\ &= [0,95 \times 3150 + 0,2 \times 1125 + 0,95 \times 225 + 0,60 \times 45000] / [3150 + 1125 + 225 + 45000] \\ &= 0,6148 \end{aligned}$$

- Analisa debit banjir

$$\begin{aligned} Q &= 1/3,6 \times C \times I \times A \\ &= 1/3,6 \times 0,6148 \times 142 \times 0,0495 \\ &= 1,200 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

b. Debit Rencana Saluran III

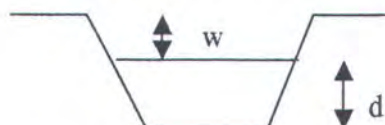
$$\begin{aligned} Q_{\text{sal III}} &= Q_{\text{jalan}} \\ &= 1,200 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

c. Perhitungan kemiringan lapangan

$$\begin{aligned} I &= \frac{h_0 - h_1}{L} \times 100 \% \\ &= \frac{97,62 - 97,35}{450} \times 100 \% \\ &= 0,06 \% \end{aligned}$$

d. Perhitungan Saluran Tepi Jalan

- Digunakan saluran bentuk Trapesium dari pasangan batu



$$\text{Syarat : } b = 0,828 d$$

$$R = Fd/P$$

- Perhitungan dimensi saluran

Saluran direncanakan pasangan batu, kecepatan ijin $1,50 \text{ m/detik}$

$$\text{Penampang basah (Fd)} = Q/V = 1,200 / 1,50 = 0,80 \text{ m}^2$$

Kemiringan talud = 1 : 1

$$\begin{aligned} F &= d(b + m \cdot d) \\ &= d(0,828d + d) \\ &= 0,828d^2 + d^2 = 1,828d^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fd &= 0,80 \text{ m}^2 \\ 1,828d^2 &= 0,80 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$d^2 = 0,44 \rightarrow d = 0,66 \text{ m} \approx 0,75 \text{ m}$$

$$b = 0,828 \times 0,75 = 0,62 \text{ m} \approx 0,65 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times d} = \sqrt{0,5 \times 0,75} = 0,61 \text{ m}$$

Kemiringan saluran

$$\begin{aligned} V &= 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2} \\ &= 1/0,02 \times R^{2/3} \times i^{1/2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2d \sqrt{m^2 + 1} \\ &= 0,65 + 2 \times 0,75 \sqrt{1^2 + 1} \\ &= 2,77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$R = 0,80 / 2,77 = 0,29$$

$$\begin{aligned} i &= [(V \times n) / (R^{2/3})]^2 \\ &= [(1,50 \times 0,02) / (0,29^{2/3})]^2 = 0,00469 \end{aligned}$$

i perhitungan > i lapangan (tidak diperlukan pematah arus)

4. Saluran IV (STA 1 + 850 s/d STA 2 + 350)

a. Penentuan Debit rencana dari badan jalan

$$\begin{aligned}
 - \text{Luas median jalan (Am)} &= 0,5 \times 500 = 250 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas badan jalan aspal (Aj)} &= 7,0 \times 500 = 3500 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas bahu jalan (Ab)} &= 2,5 \times 500 = 1250 \text{ m}^2 \\
 - \text{Bagian luar} &= 100 \times 500 = 50000 \text{ m}^2 \\
 &= 55000 \text{ m}^2 \\
 &= 0,0550 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

• Menentukan besaran koefisien C :

1. Median jalan (L1) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
2. Permukaan jalan aspal (L2) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
3. Bahu jalan (L3) \longrightarrow koefisien C = 0,20 \longrightarrow nd = 0,20
4. Bagian luar (L4) \longrightarrow koefisien C = 0,60 \longrightarrow nd = 0,20

• Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

$$t_{\text{median}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 0,68 \text{ menit}$$

$$t_{\text{aspal}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,0 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 1,06 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right]^{0,167} = 1,33 \text{ menit}$$

$$t_{\text{tanah}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times (0,02/\sqrt{0,06}) \right] = 1,96 \text{ menit}$$

$$\underline{\hspace{10em}} 5,03 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 t_2 &= L / 60.V \\
 &= 500 / 60.1,50 \\
 &= 5,56 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 5,03 + 5,56 = 10,59 \text{ menit}$$

Dengan harga $T_c = 10,59$ menit, diperoleh intensitas hujan maksimum dengan cara memplot nilai T_c kemudian ditarik garis keatas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana : $I_{maks} = 142$ mm/jam.

- Perhitungan koefisien pengaliran

$$\begin{aligned} C &= [C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + C_4.A_4] / [A_1 + A_2 + A_3 + A_4] \\ &= [0,95 \times 3500 + 0,2 \times 1250 + 0,95 \times 250 + 0,60 \times 50000] / [3500 + 1250 + 250 + 50000] \\ &= 0,6148 \end{aligned}$$

- Analisa debit banjir

$$\begin{aligned} Q &= 1/3,6 \times C \times I \times A \\ &= 1/3,6 \times 0,6148 \times 142 \times 0,0550 \\ &= 1,334 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

b. Debit Rencana Saluran IV

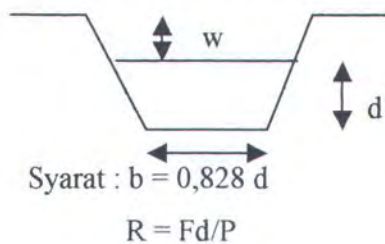
$$\begin{aligned} Q_{\text{sal IV}} &= Q_{\text{jalan}} \\ &= 1,334 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

c. Perhitungan kemiringan lapangan

$$\begin{aligned} I &= \frac{h_0 - h_1}{L} \times 100 \% \\ &= \frac{97,62 - 97,10}{500} \times 100 \% \\ &= 0,104 \% \end{aligned}$$

d. Perhitungan Saluran Tepi Jalan

- Digunakan saluran bentuk Trapesium dari pasangan batu



- Perhitungan dimensi saluran

Saluran direncanakan pasangan batu, kecepatan ijin 1,50 m/detik

$$\text{Penampang basah (Fd)} = Q/V = 1,334 / 1,50 = 0,89 \text{ m}^2$$

Kemiringan talud = 1 : 1

$$F = d(b + m.d)$$

$$= d(0,828 d + d)$$

$$= 0,828 d^2 + d^2 = 1,828 d^2$$

$$Fd = 0,89 \text{ m}^2$$

$$1,828 d^2 = 0,89 \text{ m}^2$$

$$d^2 = 0,49 \rightarrow d = 0,70 \text{ m} \approx 0,75 \text{ m}$$

$$b = 0,828 \times 0,75 = 0,62 \text{ m} \approx 0,65 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times d} = \sqrt{0,5 \times 0,75} = 0,61 \text{ m}$$

Kemiringan saluran

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$= 1/0,02 \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2d \sqrt{m^2 + 1} \\ &= 0,65 + 2 \times 0,75 \sqrt{1^2 + 1} \\ &= 2,77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$R = 0,89 / 2,77 = 0,32$$

$$\begin{aligned} i &= [(V \times n) / (R^{2/3})]^2 \\ &= [(1,50 \times 0,02) / (0,32^{2/3})]^2 = 0,00411 \end{aligned}$$

i perhitungan > i lapangan (tidak diperlukan pematah arus)

5. Saluran V (STA 2 + 350 s/d STA 2 + 850)

a. Penentuan Debit rencana dari badan jalan

$$\begin{aligned}
 - \text{Luas median jalan (Am)} &= 0,5 \times 500 = 250 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas badan jalan aspal (Aj)} &= 7,0 \times 500 = 3500 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas bahu jalan (Ab)} &= 2,5 \times 500 = 1250 \text{ m}^2 \\
 - \text{Bagian luar} &= \frac{100 \times 500 = 50000 \text{ m}^2}{= 55000 \text{ m}^2} \\
 &= 0,0550 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

• Menentukan besaran koefisien C :

1. Median jalan (L1) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
2. Permukaan jalan aspal (L2) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
3. Bahu jalan (L3) \longrightarrow koefisien C = 0,20 \longrightarrow nd = 0,20
4. Bagian luar (L4) \longrightarrow koefisien C = 0,60 \longrightarrow nd = 0,20

• Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

$$t_{\text{median}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 0,68 \text{ menit}$$

$$t_{\text{aspal}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,0 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 1,06 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right]^{0,167} = 1,33 \text{ menit}$$

$$t_{\text{tanah}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,06}} \right]^{0,167} = 1,96 \text{ menit}$$

5,03 menit

$$\begin{aligned}
 t_2 &= L / 60.V \\
 &= 500 / 60.1,50 \\
 &= 5,56 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 5,03 + 5,56 = 10,59 \text{ menit}$$

Dengan harga $T_c = 10,59$ menit, diperoleh intensitas hujan maksimum dengan cara memplot nilai T_c kemudian ditarik garis keatas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana : $I_{\text{maks}} = 142 \text{ mm/jam}$.

- Perhitungan koefisien pengaliran

$$\begin{aligned} C &= [C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + C_4.A_4] / [A_1 + A_2 + A_3 + A_4] \\ &= [0,95 \times 3500 + 0,2 \times 1250 + 0,95 \times 250 + 0,60 \times 50000] / [3500 + 1250 + 250 + 50000] \\ &= 0,6148 \end{aligned}$$

- Analisa debit banjir

$$\begin{aligned} Q &= 1/3,6 \times C \times I \times A \\ &= 1/3,6 \times 0,6148 \times 142 \times 0,0550 \\ &= 1,334 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

b. Debit Rencana Saluran V

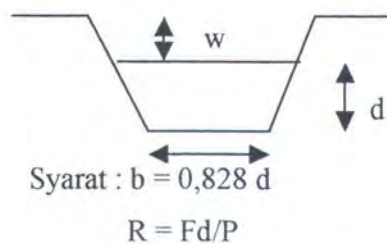
$$\begin{aligned} Q_{\text{sal V}} &= Q_{\text{jalan}} \\ &= 1,334 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

c. Perhitungan kemiringan lapangan

$$\begin{aligned} I &= \frac{h_0 - h_1}{L} \times 100 \% \\ &= \frac{97,10 - 96,50}{500} \times 100 \% \\ &= 0,12 \% \end{aligned}$$

d. Perhitungan Saluran Tepi Jalan

- Digunakan saluran bentuk Trapesium dari pasangan batu



- Perhitungan dimensi saluran

Saluran direncanakan pasangan batu, kecepatan ijin 1,50 m/detik

$$\text{Penampang basah (Fd)} = Q/V = 1,334 / 1,50 = 0,89 \text{ m}^2$$

Kemiringan talud = 1 : 1

$$\begin{aligned} F &= d(b + m \cdot d) \\ &= d(0,828d + d) \\ &= 0,828d^2 + d^2 = 1,828d^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fd &= 0,89 \text{ m}^2 \\ 1,828d^2 &= 0,89 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$d^2 = 0,49 \rightarrow d = 0,70 \text{ m} \approx 0,75 \text{ m}$$

$$b = 0,828 \times 0,75 = 0,62 \text{ m} \approx 0,65 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times d} = \sqrt{0,5 \times 0,75} = 0,61 \text{ m}$$

Kemiringan saluran

$$\begin{aligned} V &= 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2} \\ &= 1/0,02 \times R^{2/3} \times i^{1/2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2d \sqrt{m^2 + 1} \\ &= 0,65 + 2 \times 0,75 \sqrt{1^2 + 1} \\ &= 2,77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$R = 0,89 / 2,77 = 0,32$$

$$\begin{aligned} i &= [(V \times n) / (R^{2/3})]^2 \\ &= [(1,50 \times 0,02) / (0,32^{2/3})]^2 = 0,00411 \end{aligned}$$

i perhitungan > i lapangan (tidak diperlukan pematah arus)

6. Saluran VI (STA 2 + 850 s/d STA 3 + 350)

a. Penentuan Debit rencana dari badan jalan

$$\begin{aligned}
 - \text{Luas median jalan (Am)} &= 0,5 \times 500 = 250 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas badan jalan aspal (Aj)} &= 7,0 \times 500 = 3500 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas bahu jalan (Ab)} &= 2,5 \times 500 = 1250 \text{ m}^2 \\
 - \text{Bagian luar} &= \frac{100 \times 500 = 50000 \text{ m}^2}{= 55000 \text{ m}^2} \\
 &= 0,0550 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

• Menentukan besaran koefisien C :

1. Median jalan (L1) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
2. Permukaan jalan aspal (L2) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
3. Bahu jalan (L3) \longrightarrow koefisien C = 0,20 \longrightarrow nd = 0,20
4. Bagian luar (L4) \longrightarrow koefisien C = 0,60 \longrightarrow nd = 0,20

• Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

$$t_{\text{median}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 0,68 \text{ menit}$$

$$t_{\text{aspal}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,0 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 1,06 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right]^{0,167} = 1,33 \text{ menit}$$

$$t_{\text{tanah}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times (0,02/\sqrt{0,06}) \right] = 1,96 \text{ menit}$$

$$\underline{\hspace{10em}} 5,03 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 t_2 &= L / 60.V \\
 &= 500 / 60.1,50 \\
 &= 5,56 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 5,03 + 5,56 = 10,59 \text{ menit}$$

Dengan harga $T_c = 10,59$ menit, diperoleh intensitas hujan maksimum dengan cara memplot nilai T_c kemudian ditarik garis keatas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana : $I_{\text{maks}} = 142 \text{ mm/jam}$.

- Perhitungan koefisien pengaliran

$$\begin{aligned} C &= [C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + C_4.A_4] / [A_1 + A_2 + A_3 + A_4] \\ &= [0,95 \times 3500 + 0,2 \times 1250 + 0,95 \times 250 + 0,60 \times 50000] / [3500 + 1250 + 250 + 50000] \\ &= 0,6148 \end{aligned}$$

- Analisa debit banjir

$$\begin{aligned} Q &= 1/3,6 \times C \times I \times A \\ &= 1/3,6 \times 0,6148 \times 142 \times 0,0550 \\ &= 1,334 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

b. Debit Rencana Saluran VI

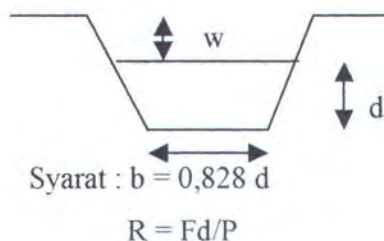
$$\begin{aligned} Q_{\text{sal VI}} &= Q_{\text{jalan}} \\ &= 1,334 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

c. Perhitungan kemiringan lapangan

$$\begin{aligned} I &= \frac{h_0 - h_1}{L} \times 100 \% \\ &= \frac{95,56 - 96,360}{500} \times 100 \% \\ &= 0,160 \% \end{aligned}$$

d. Perhitungan Saluran Tepi Jalan

- Digunakan saluran bentuk Trapesium dari pasangan batu



- Perhitungan dimensi saluran

Saluran direncanakan pasangan batu, kecepatan ijin 1,50 m/detik

$$\text{Penampang basah (Fd)} = Q/V = 1,334 / 1,50 = 0,89 \text{ m}^2$$

Kemiringan talud = 1 : 1

$$F = d(b + m \cdot d)$$

$$= d(0,828 d + d)$$

$$= 0,828 d^2 + d^2 = 1,828 d^2$$

$$Fd = 0,89 \text{ m}^2$$

$$1,828 d^2 = 0,89 \text{ m}^2$$

$$d^2 = 0,49 \rightarrow d = 0,70 \text{ m} \approx 0,75 \text{ m}$$

$$b = 0,828 \times 0,75 = 0,62 \text{ m} \approx 0,65 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times d} = \sqrt{0,5 \times 0,75} = 0,61 \text{ m}$$

Kemiringan saluran

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$= 1/0,02 \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$P = b + 2d \sqrt{m^2 + 1}$$

$$= 0,65 + 2 \times 0,75 \sqrt{1^2 + 1}$$

$$= 2,77 \text{ m}$$

$$R = 0,89 / 2,77 = 0,32$$

$$i = [(V \times n) / (R^{2/3})]^2$$

$$= [(1,50 \times 0,02) / (0,32^{2/3})]^2 = 0,00411$$

i perhitungan > i lapangan (tidak diperlukan pematah arus)

7. Saluran VII (STA 3 + 350 s/d STA 3 + 850)

a. Penentuan Debit rencana dari badan jalan

$$\begin{aligned}
 - \text{Luas median jalan (Am)} &= 0,5 \times 500 = 250 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas badan jalan aspal (Aj)} &= 7,0 \times 500 = 3500 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas bahu jalan (Ab)} &= 2,5 \times 500 = 1250 \text{ m}^2 \\
 - \text{Bagian luar} &= \frac{100 \times 500 = 50000 \text{ m}^2}{= 55000 \text{ m}^2} \\
 &= 0,0550 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

• Menentukan besaran koefisien C :

1. Median jalan (L1) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
2. Permukaan jalan aspal (L2) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
3. Bahu jalan (L3) \longrightarrow koefisien C = 0,20 \longrightarrow nd = 0,20
4. Bagian luar (L4) \longrightarrow koefisien C = 0,60 \longrightarrow nd = 0,20

• Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

$$t_{\text{median}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 0,68 \text{ menit}$$

$$t_{\text{aspal}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,0 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 1,06 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right]^{0,167} = 1,33 \text{ menit}$$

$$t_{\text{tanah}} = \frac{[2/3 \times 3,28 \times 100 \times (0,02/\sqrt{0,06})]}{5,03 \text{ menit}} = 1,96 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 t_2 &= L / 60.V \\
 &= 500 / 60.1,50 \\
 &= 5,56 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 5,03 + 5,56 = 10,59 \text{ menit}$$

Dengan harga $T_c = 10,59$ menit, diperoleh intensitas hujan maksimum dengan cara memplot nilai T_c kemudian ditarik garis keatas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana : $I_{\text{maks}} = 142 \text{ mm/jam}$.

- Perhitungan koefisien pengaliran

$$\begin{aligned} C &= [C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + C_4.A_4] / [A_1 + A_2 + A_3 + A_4] \\ &= [0,95 \times 3500 + 0,2 \times 1250 + 0,95 \times 250 + 0,60 \times 50000] / [3500 + 1250 + 250 + 50000] \\ &= 0,6148 \end{aligned}$$

- Analisa debit banjir

$$\begin{aligned} Q &= 1/3,6 \times C \times I \times A \\ &= 1/3,6 \times 0,6148 \times 142 \times 0,0550 \\ &= 1,334 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

b. Debit Rencana Saluran VII

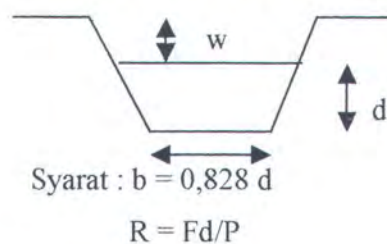
$$\begin{aligned} Q_{\text{sal VII}} &= Q_{\text{jalan}} \\ &= 1,334 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

c. Perhitungan kemiringan lapangan

$$\begin{aligned} I &= \frac{h_0 - h_1}{L} \times 100 \% \\ &= \frac{96,36 - 95,56}{500} \times 100 \% \\ &= 0,160 \% \end{aligned}$$

d. Perhitungan Saluran Tepi Jalan

- Digunakan saluran bentuk Trapesium dari pasangan batu



- Perhitungan dimensi saluran

Saluran direncanakan pasangan batu, kecepatan ijin 1,50 m/detik

$$\text{Penampang basah (Fd)} = Q/V = 1,334 / 1,50 = 0,89 \text{ m}^2$$

Kemiringan talud = 1 : 1

$$\begin{aligned} F &= d (b + m \cdot d) \\ &= d (0,828 d + d) \\ &= 0,828 d^2 + d^2 = 1,828 d^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fd &= 0,89 \text{ m}^2 \\ 1,828 d^2 &= 0,89 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$d^2 = 0,49 \rightarrow d = 0,70 \text{ m} \approx 0,75 \text{ m}$$

$$b = 0,828 \times 0,75 = 0,62 \text{ m} \approx 0,65 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times d} = \sqrt{0,5 \times 0,75} = 0,61 \text{ m}$$

Kemiringan saluran

$$\begin{aligned} V &= 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2} \\ &= 1/0,02 \times R^{2/3} \times i^{1/2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2d \sqrt{m^2 + 1} \\ &= 0,65 + 2 \times 0,75 \sqrt{1^2 + 1} \\ &= 2,77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$R = 0,89 / 2,77 = 0,32$$

$$\begin{aligned} i &= [(V \times n) / (R^{2/3})]^2 \\ &= [(1,50 \times 0,02) / (0,32^{2/3})]^2 = 0,00411 \end{aligned}$$

i perhitungan > i lapangan (tidak diperlukan pematah arus)

8. Saluran VIII (STA 3 + 900 s/d STA 4 + 400)

a. Penentuan Debit rencana dari badan jalan

$$\begin{aligned}
 - \text{Luas median jalan (Am)} &= 0,5 \times 500 = 250 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas badan jalan aspal (Aj)} &= 7,0 \times 500 = 3500 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas bahu jalan (Ab)} &= 2,5 \times 500 = 1250 \text{ m}^2 \\
 - \text{Bagian luar} &= \frac{100 \times 500 = 50000 \text{ m}^2}{= 55000 \text{ m}^2} \\
 &= 0,0550 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

• Menentukan besaran koefisien C :

1. Median jalan (L1) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
2. Permukaan jalan aspal (L2) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
3. Bahu jalan (L3) \longrightarrow koefisien C = 0,20 \longrightarrow nd = 0,20
4. Bagian luar (L4) \longrightarrow koefisien C = 0,60 \longrightarrow nd = 0,20

• Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

$$t_{\text{median}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 0,68 \text{ menit}$$

$$t_{\text{aspal}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,0 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 1,06 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right]^{0,167} = 1,33 \text{ menit}$$

$$t_{\text{tanah}} = [2/3 \times 3,28 \times 100 \times (0,02/\sqrt{0,06})] = 1,96 \text{ menit}$$

$$\underline{\hspace{10em}} 5,03 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 t_2 &= L / 60.V \\
 &= 500 / 60.1,50 \\
 &= 5,56 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 5,03 + 5,56 = 10,59 \text{ menit}$$

Dengan harga $T_c = 10,59$ menit, diperoleh intensitas hujan maksimum dengan cara memplot nilai T_c kemudian ditarik garis keatas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana : $I_{maks} = 142 \text{ mm/jam}$.

- Perhitungan koefisien pengaliran

$$\begin{aligned} C &= [C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + C_4.A_4] / [A_1 + A_2 + A_3 + A_4] \\ &= [0,95 \times 3500 + 0,2 \times 1250 + 0,95 \times 250 + 0,60 \times 50000] / [3500 + 1250 + 250 + 50000] \\ &= 0,6148 \end{aligned}$$

- Analisa debit banjir

$$\begin{aligned} Q &= 1/3,6 \times C \times I \times A \\ &= 1/3,6 \times 0,6148 \times 142 \times 0,0550 \\ &= 1,334 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

b. Debit Rencana Saluran VIII

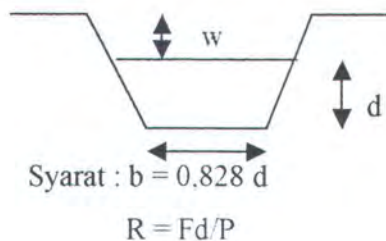
$$\begin{aligned} Q_{\text{sal VIII}} &= Q_{\text{jalan}} \\ &= 1,334 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

c. Perhitungan kemiringan lapangan

$$\begin{aligned} I &= \frac{h_0 - h_1}{L} \times 100 \% \\ &= \frac{96,998 - 96,632}{500} \times 100 \% \\ &= 0,0732 \% \end{aligned}$$

d. Perhitungan Saluran Tepi Jalan

- Digunakan saluran bentuk Trapesium dari pasangan batu



- Perhitungan dimensi saluran

Saluran direncanakan pasangan batu, kecepatan ijin $1,50 \text{ m/detik}$

$$\text{Penampang basah (Fd)} = Q/V = 1,334 / 1,50 = 0,89 \text{ m}^2$$

Kemiringan talud = 1 : 1

$$\begin{aligned} F &= d(b + m \cdot d) \\ &= d(0,828d + d) \\ &= 0,828d^2 + d^2 = 1,828d^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fd &= 0,89 \text{ m}^2 \\ 1,828d^2 &= 0,89 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$d^2 = 0,49 \rightarrow d = 0,70 \text{ m} \approx 0,75 \text{ m}$$

$$b = 0,828 \times 0,75 = 0,62 \text{ m} \approx 0,65 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times d} = \sqrt{0,5 \times 0,75} = 0,61 \text{ m}$$

Kemiringan saluran

$$\begin{aligned} V &= 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2} \\ &= 1/0,02 \times R^{2/3} \times i^{1/2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2d \sqrt{m^2 + 1} \\ &= 0,65 + 2 \times 0,75 \sqrt{1^2 + 1} \\ &= 2,77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$R = 0,89 / 2,77 = 0,32$$

$$\begin{aligned} i &= [(V \times n) / (R^{2/3})]^2 \\ &= [(1,50 \times 0,02) / (0,32^{2/3})]^2 = 0,00411 \end{aligned}$$

i perhitungan > i lapangan (tidak diperlukan pematah arus)

9. Saluran IX (STA 4 + 400 s/d STA 4 + 800)

a. Penentuan Debit rencana dari badan jalan

$$\begin{aligned}
 - \text{Luas median jalan (Am)} &= 0,5 \times 400 = 200 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas badan jalan aspal (Aj)} &= 7,0 \times 400 = 2800 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas bahu jalan (Ab)} &= 2,5 \times 400 = 1000 \text{ m}^2 \\
 - \text{Bagian luar} &= 100 \times 400 = 40000 \text{ m}^2 \\
 &= 44000 \text{ m}^2 \\
 &= 0,0440 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

• Menentukan besaran koefisien C :

1. Median jalan (L1) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
2. Permukaan jalan aspal (L2) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
3. Bahu jalan (L3) \longrightarrow koefisien C = 0,20 \longrightarrow nd = 0,20
4. Bagian luar (L4) \longrightarrow koefisien C = 0,60 \longrightarrow nd = 0,20

• Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

$$t_{\text{median}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 0,68 \text{ menit}$$

$$t_{\text{aspal}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,0 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 1,06 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right]^{0,167} = 1,33 \text{ menit}$$

$$t_{\text{tanah}} = [2/3 \times 3,28 \times 100 \times (0,02/\sqrt{0,06})] = 1,96 \text{ menit}$$

$$\underline{\hspace{10em}} 5,03 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 t_2 &= L / 60.V \\
 &= 400 / 60.1,50 \\
 &= 4,44 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 5,03 + 4,44 = 9,47 \text{ menit}$$

Dengan harga $T_c = 9,47$ menit, diperoleh intensitas hujan maksimum dengan cara memplot nilai T_c kemudian ditarik garis keatas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana : $I_{maks} = 142 \text{ mm/jam}$.

- Perhitungan koefisien pengaliran

$$\begin{aligned} C &= [C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + C_4.A_4] / [A_1 + A_2 + A_3 + A_4] \\ &= [0,95 \times 2800 + 0,2 \times 1000 + 0,95 \times 200 + 0,60 \times 40000] / [2800 + 1000 + 200 + 40000] \\ &= 0,6148 \end{aligned}$$

- Analisa debit banjir

$$\begin{aligned} Q &= 1/3,6 \times C \times I \times A \\ &= 1/3,6 \times 0,6148 \times 142 \times 0,0440 \\ &= 1,067 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

b. Debit Rencana Saluran IX

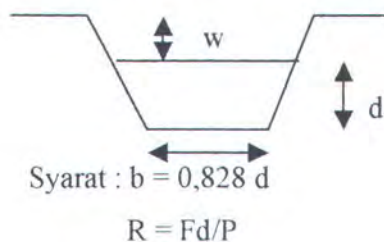
$$\begin{aligned} Q_{\text{sal IX}} &= Q_{\text{jalan}} \\ &= 1,067 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

c. Perhitungan kemiringan lapangan

$$\begin{aligned} I &= \frac{h_0 - h_1}{L} \times 100 \% \\ &= \frac{97,94 - 96,98}{400} \times 100 \% \\ &= 0,24 \% \end{aligned}$$

d. Perhitungan Saluran Tepi Jalan

- Digunakan saluran bentuk Trapesium dari pasangan batu



- Perhitungan dimensi saluran

Saluran direncanakan pasangan batu, kecepatan ijin 1,50 m/detik

$$\text{Penampang basah (Fd)} = Q/V = 1,067 / 1,50 = 0,71 \text{ m}^2$$

Kemiringan talud = 1 : 1

$$F = d(b + m \cdot d)$$

$$= d(0,828 d + d)$$

$$= 0,828 d^2 + d^2 = 1,828 d^2$$

$$Fd = 0,71 \text{ m}^2$$

$$1,828 d^2 = 0,71 \text{ m}^2$$

$$d^2 = 0,39 \rightarrow d = 0,63 \text{ m} \approx 0,75 \text{ m}$$

$$b = 0,828 \times 0,75 = 0,62 \text{ m} \approx 0,65 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times d} = \sqrt{0,5 \times 0,75} = 0,61 \text{ m}$$

Kemiringan saluran

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$= 1/0,02 \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2d \sqrt{m^2 + 1} \\ &= 0,65 + 2 \times 0,75 \sqrt{1^2 + 1} \\ &= 2,77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$R = 0,71 / 2,77 = 0,26$$

$$\begin{aligned} i &= [(V \times n) / (R^{2/3})]^2 \\ &= [(1,50 \times 0,02) / (0,26^{2/3})]^2 = 0,00542 \end{aligned}$$

i perhitungan > i lapangan (tidak diperlukan pematah arus)

10. Saluran X (STA 4 + 800 s/d STA 5 + 200)

a. Penentuan Debit rencana dari badan jalan

$$\begin{aligned}
 - \text{Luas median jalan (Am)} &= 0,5 \times 400 = 200 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas badan jalan aspal (Aj)} &= 7,0 \times 400 = 2800 \text{ m}^2 \\
 - \text{Luas bahu jalan (Ab)} &= 2,5 \times 400 = 1000 \text{ m}^2 \\
 - \text{Bagian luar} &= \frac{100 \times 400 = 40000 \text{ m}^2}{= 44000 \text{ m}^2} \\
 &= 0,0440 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

• Menentukan besaran koefisien C :

1. Median jalan (L1) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
2. Permukaan jalan aspal (L2) \longrightarrow koefisien C = 0,95 \longrightarrow nd = 0,013
3. Bahu jalan (L3) \longrightarrow koefisien C = 0,20 \longrightarrow nd = 0,20
4. Bagian luar (L4) \longrightarrow koefisien C = 0,60 \longrightarrow nd = 0,20

• Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

$$t_{\text{median}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 0,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 0,68 \text{ menit}$$

$$t_{\text{aspal}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,0 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right]^{0,167} = 1,06 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right]^{0,167} = 1,33 \text{ menit}$$

$$t_{\text{tanah}} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times (0,02/\sqrt{0,06}) \right] = 1,96 \text{ menit}$$

5,03 menit

$$\begin{aligned}
 t_2 &= L / 60.V \\
 &= 400 / 60.1,50 \\
 &= 4,44 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 5,03 + 4,44 = 9,47 \text{ menit}$$

Dengan harga $T_c = 9,47$ menit, diperoleh intensitas hujan maksimum dengan cara memplot nilai T_c kemudian ditarik garis keatas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana : $I_{maks} = 142$ mm/jam.

- Perhitungan koefisien pengaliran

$$\begin{aligned} C &= [C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + C_4.A_4] / [A_1 + A_2 + A_3 + A_4] \\ &= [0,95 \times 2800 + 0,2 \times 1000 + 0,95 \times 200 + 0,60 \times 40000] / [2800 + 1000 + 200 + 40000] \\ &= 0,6148 \end{aligned}$$

- Analisa debit banjir

$$\begin{aligned} Q &= 1/3,6 \times C \times I \times A \\ &= 1/3,6 \times 0,6148 \times 142 \times 0,0440 \\ &= 1,067 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

b. Debit Rencana Saluran X

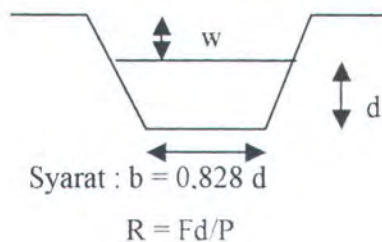
$$\begin{aligned} Q_{\text{sal X}} &= Q_{\text{jalan}} \\ &= 1,067 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

c. Perhitungan kemiringan lapangan

$$\begin{aligned} I &= \frac{h_0 - h_1}{L} \times 100 \% \\ &= \frac{96,98 - 96,36}{400} \times 100 \% \\ &= 0,155 \% \end{aligned}$$

d. Perhitungan Saluran Tepi Jalan

- Digunakan saluran bentuk Trapesium dari pasangan batu



- Perhitungan dimensi saluran

Saluran direncanakan pasangan batu, kecepatan ijin 1,50 m/detik

$$\text{Penampang basah (Fd)} = Q/V = 1,067 / 1,50 = 0,71 \text{ m}^2$$

Kemiringan talud = 1 : 1

$$\begin{aligned} F &= d(b + m.d) \\ &= d(0,828d + d) \\ &= 0,828d^2 + d^2 = 1,828d^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fd &= 0,71 \text{ m}^2 \\ 1,828d^2 &= 0,71 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$d^2 = 0,39 \rightarrow d = 0,63 \text{ m} \approx 0,75 \text{ m}$$

$$b = 0,828 \times 0,75 = 0,62 \text{ m} \approx 0,65 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times d} = \sqrt{0,5 \times 0,75} = 0,61 \text{ m}$$

Kemiringan saluran

$$\begin{aligned} V &= 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2} \\ &= 1/0,02 \times R^{2/3} \times i^{1/2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2d \sqrt{m^2 + 1} \\ &= 0,65 + 2 \times 0,75 \sqrt{1^2 + 1} \\ &= 2,77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$R = 0,71 / 2,77 = 0,26$$

$$\begin{aligned} i &= [(V \times n) / (R^{2/3})]^2 \\ &= [(1,50 \times 0,02) / (0,26^{2/3})]^2 = 0,00542 \end{aligned}$$

i perhitungan > i lapangan (tidak diperlukan pematah arus)

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

BAB VII

PERENCANAAN ANGGARAN BIAYA

BAB VII

RENCANA ANGGARAN BIAYA

7.1. Umum

Pada bab ini, akan diuraikan perencanaan anggaran biaya, dimana perencanaan anggaran ini dibuat untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan ditinjau dari anggaran bahan, peralatan serta upah tenaga kerja.

7.2. Perencanaan Anggaran Biaya

Dalam merencanakan anggaran biaya harus berdasarkan harga satuan bahan, tenaga kerja serta analisa pemakaian peralatan yang kesemuanya dapat diketahui dari harga satuan bahan dan tenaga kerja. Dalam penulisan ini, kami menyajikan analisa harga satuan pekerjaan.

7.2.1. Analisa pemakaian peralatan

Dalam menganalisa harga pemakaian peralatan dari suatu pekerjaan harus ditinjau semua biaya yang menyangkut atau menentukan peralatan dalam melaksanakan kontrak pekerjaan. Harga satuan dasar alat ini ditinjau dari sewa peralatan tiap jam. Adapun komponen biaya tersebut meliputi :

- ❖ Biaya Pasti
- ❖ Biaya Operasi dan Pemeliharaan

Biaya Pasti

Biaya Pasti (pengembalian modal) setiap tahun dihitung sebagai berikut :

$$G = [(B - C) \times D] / W + F$$

Dimana :

- G = biaya pasti perjam
- B = harga alat setempat
- C = Nilai sisa (salvage value)

Biasanya nilai ini diambil 10 % dari harga pokok alat

- D = Faktor angsuran atau pengembalian modal
$$= [i \times (1 + i)^A] / [(1 + i)^A - 1]$$

i = suku bunga, pada pelaksanaan proyek ini diambil 30 % perthn

A = umur ekonomis peralatan dalam tahun, bergantung dari tingkat Penggunaan dan standart pembuatan pabrik.

F = biaya asuransi, pajak dan lain-lain pertahun
$$= 0,002 \times \text{harga alat}$$

W = jumlah jam kerja dalam satu tahun

Biaya Operasi dan Pemeliharaan

Mengingat banyaknya jenis peralatan yang digunakan, maka akan mengalami kesulitan jika perhitungan biaya operasi dan pemeliharaan menggunakan cara manual tiap-tiap alat yang bersangkutan. Untuk menghindari hal tersebut, maka digunakan rumus pendekatan yang bisa digunakan untuk semua alat. Karena rumus ini bersifat pendekatan, maka jika digunakan untuk menghitung biaya satu macam alat akan kurang akurat. Namun jika digunakan untuk perhitungan seluruhnya hasilnya masih dalam batas kewajaran. Rumus – rumus pendekatan tersebut adalah sebagai berikut :

A. Biaya bahan bakar (H)

Besarnya biaya bahan bakar yang digunakan untuk mesin penggerak tergantung dari besarnya kapasitas mesin yang biasa diukur dengan HP (Horse Power).

$$H = (12 \text{ s/d } 15)\% \times \text{HP} \times \text{Ms}$$

Dimana :

H = Besarnya bahan bakar yang digunakan dalam 1 jam dalam liter

HP = kapasitas mesin penggerak dalam horse power

12 % = Untuk alat yang bertugas sedang

15 % = Untuk alat yang bertugas berat

Ms = Bahan bakar solar

B. Biaya pelumas (I)

Biaya pelumas (seluruh pemakaian pelumas termasuk grace) yang digunakan untuk alat yang bersangkutan dihitung berdasarkan kapasitas mesin (HP).

$$I = (1 \text{ s/d } 2)\% \times \text{HP} \times \text{Mp}$$

Dimana :

I = besarnya pemakaian pelumas dalam 1 jam dalam liter

HP = kapasitas mesin penggerak dalam horse power

1% = untuk alat yang bertugas sedang

2% = untuk alat yang bertugas berat

Mp = bahan bakar pelumas

C. Biaya perawatan dan perbaikan

Untuk menghitung biaya spare part, ban, accu dan perbaikan alat dan lain-lain yang berkaitan dengan perbaikan dalam per jam kerja dipakai pendekatan :

$$K = ((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$$

Dimana :

K = besarnya biaya perawatan dan perbaikan

B = harga pokok alat

W = jumlah jam kerja dalam 1 tahun

12,5% = untuk alat yang bertugas sedang

17,5% = untuk alat yang bertugas berat

untuk menentukan alat yang bertugas sedang atau berat dilihat dari medan operasi atau keadaan lokasi proyek serta kondisi alat yang dipakai.

Tabel 7.1. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Air Compressor

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Air Compressor Airman – 80 Hp"			
2	Tenaga	Pw	80	Hp
3	Kapasitas	Cp	400	Liter
4	Umur Ekonomis	A	5	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	2.000	Jam
6	Harga Alat	B	75.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	7.500.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,41058	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	13.857,03	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	75	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	13.932,13	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ $\text{Ltr/HP/Jam}) \times Pw \times Ms$	H	12.000	Rupiah
2	Pelumas = $(0,01 - 0,02 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times Pw$ $\times Mp$	I	12.000	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	4.687,50	Rupiah
4	Operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U_1$	L	4.300	Rupiah
5	Pembantu Operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U_2$	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	36.197,50	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	50.129,63	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1.850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.2. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Asphalt Mixing Plant

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Asphalt Mixing Plant 150 Hp"			
2	Tenaga	Pw	80	Hp
3	Kapasitas	Cp	400	Ton
4	Umur Ekonomis	A	10	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	1.500	Jam
6	Harga Alat	B	1.600.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	160.000.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,32346	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	310.524,90	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	2.133,33	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	312.658,24	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ $\text{Ltr/HP/Jam}) \times Pw \times Ms$	H1	22.500	Rupiah
2	Bahan bakar material = $12 \times 0,7 \text{ Cp} \times Ms$	H2	33.600	Rupiah
3	Pelumas = $(0,01 - 0,02 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times Pw$ $\times Mp$	I	22.500	Rupiah
4	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	133.133,33	Rupiah
5	Operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U_1$	L	4.300	Rupiah
6	Pembantu Operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U_2$	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	219.243,33	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	531.901,57	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1.850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.3. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Asphalt Finisher

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Asphalt Finisher Nigata/NF-36"			
2	Tenaga	Pw	47	Hp
3	Kapasitas	Cp	6	Ton
4	Umur Ekonomis	A	6	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	2.000	Jam
6	Harga Alat	B	450.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	45.000.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,37839	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	76.624,85	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	450	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	77.074,85	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ $\text{Ltr/HP/Jam}) \times Pw \times Ms$	H	7.050	Rupiah
2	Pelumas = $(0,01 - 0,02 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times Pw$ $\times Mp$	I	7.050	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	28.125	Rupiah
4	Operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U_1$	L	4.300	Rupiah
5	Pembantu Operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U_2$	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	49.735	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	126.809,85	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1.850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.4. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Asphalt Sprayer

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Asphalt Sprayer Sakai"			
2	Tenaga	Pw	15	Hp
3	Kapasitas	Cp	800	Liter
4	Umur Ekonomis	A	5	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	2.000	Jam
6	Harga Alat	B	80.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	8.000.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,41058	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	14.780,94	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	80	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	14,860,94	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Ms	H	2.250	Rupiah
2	Pelumas = $(0,01 - 0,02$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Mp	I	2.250	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	5.000	Rupiah
4	Operator = (1 orang/jam) x U ₁	L	4.300	Rupiah
5	Pembantu Operator = (1 orang/jam) x U ₂	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	17.010	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	31.870,94	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1.850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.5. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Concrete Mixer

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Concrete Mixer"			
2	Tenaga	Pw	15	Hp
3	Kapasitas	Cp	500	Liter
4	Umur Ekonomis	A	4	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	2.000	Jam
6	Harga Alat	B	45.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	4.500.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,46163	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	9.347,99	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	45	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	9.392,99	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Ms	H	2.250	Rupiah
2	Pelumas = $(0,01 - 0,02$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Mp	I	2.250	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	2.812,50	Rupiah
4	Operator = (1 orang/jam) x U ₁	L	4.300	Rupiah
5	Pembantu Operator = (1 orang/jam) x U ₂	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	14.822,5	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	24.215,49	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.6. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Dump Truck

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Dump Truck Nissan Th 2002 100 Hp"			
2	Tenaga	Pw	100	Hp
3	Kapasitas	Cp	6	Ton
4	Umur Ekonomis	A	5	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	2.000	Jam
6	Harga Alat	B	150.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	15.000.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,41058	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	27.714,25	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	150	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	27.864,25	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ $\text{Ltr/HP/Jam}) \times Pw \times Ms$	H	15.000	Rupiah
2	Pelumas = $(0,01 - 0,02 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times Pw$ $\times Mp$	I	15.000	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	9.375	Rupiah
4	Operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U_1$	L	4.300	Rupiah
5	Pembantu Operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U_2$	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	46.885	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	74.749,25	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1.850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.7. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Excavator

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Excavator PC 100 – 6"			
2	Tenaga	Pw	80	Hp
3	Kapasitas	Cp	0,5	Ton
4	Umur Ekonomis	A	5	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	2.000	Jam
6	Harga Alat	B	520.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	52.000.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,41058	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	96.076,08	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	520	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	96.596,08	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Ms	H	12.000	Rupiah
2	Pelumas = $(0,01 - 0,02$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Mp	I	12.000	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	32.500	Rupiah
4	Operator = (1 orang/jam) x U ₁	L	4.300	Rupiah
5	Pembantu Operator = (1 orang/jam) x U ₂	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	64.010	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	160.606,08	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1.850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.8. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Tandem Roller

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Tandem Roller Caterpillar / CB-334 D"			
2	Tenaga	Pw	42,5	Hp
3	Kapasitas	Cp	3,85	Ton
4	Umur Ekonomis	A	5	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	2.000	Jam
6	Harga Alat	B	210.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	21.000.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,41058	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	38.799,96	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	210	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	39.009,36	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Ms	H	7.500	Rupiah
2	Pelumas = $(0,01 - 0,02$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Mp	I	7.500	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	13.125	Rupiah
4	Operator = (1 orang/jam) x U ₁	L	4.300	Rupiah
5	Pembantu Operator = (1 orang/jam) x U ₂	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	35.635	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	74.644,36	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1.850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.9. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Vibrator Roller

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Vibrator Roller Bomag BW 177 DH-3 "			
2	Tenaga	Pw	75	Hp
3	Kapasitas	Cp	7	Ton
4	Umur Ekonomis	A	4	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	2.000	Jam
6	Harga Alat	B	280.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	28.000.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,46163	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	58.165,28	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	280	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	58.445,28	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Ms	H	11.250	Rupiah
2	Pelumas = $(0,01 - 0,02$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Mp	I	11.250	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	17.500	Rupiah
4	Operator = (1 orang/jam) x U ₁	L	4.300	Rupiah
5	Pembantu Operator = (1 orang/jam) x U ₂	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	47.510	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	105.955,28	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1.850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.10. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Wheel Loaders

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Wheel Loader Komatsu WA 350"			
2	Tenaga	Pw	105	Hp
3	Kapasitas	Cp	1,7	Ton
4	Umur Ekonomis	A	5	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	2.000	Jam
6	Harga Alat	B	380.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	38.000.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,41058	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	70.209,44	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	380	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	70.589,44	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Ms	H	15.750	Rupiah
2	Pelumas = $(0,01 - 0,02$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Mp	I	15.750	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	23.750	Rupiah
4	Operator = (1 orang/jam) x U ₁	L	4.300	Rupiah
5	Pembantu Operator = (1 orang/jam) x U ₂	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	62.760	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	133.349,44	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1.850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.11. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Backhoe Loaders

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Backhoe Loader Caterpillar 416 D"			
2	Tenaga	Pw	74	Hp
3	Kapasitas	Cp	-	Ton
4	Umur Ekonomis	A	5	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	2.000	Jam
6	Harga Alat	B	412.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	41.200.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,41058	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	76.121,532	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	412	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	76.533,532	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ $\text{Ltr/HP/Jam}) \times Pw \times Ms$	H	11.100	Rupiah
2	Pelumas = $(0,01 - 0,02 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times Pw$ $\times Mp$	I	11.100	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	25.750	Rupiah
4	Operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U_1$	L	4.300	Rupiah
5	Pembantu Operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U_2$	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	55.460	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	131.993,532	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1.850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.12. Analisa Harga Satuan Dasar Alat Tired Roller

No	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	Uraian peralatan			
1	Jenis Peralatan "Tired Roller Caterpillar / CB – 334 D"			
2	Tenaga	Pw	70	Hp
3	Kapasitas	Cp	12.940	Kg
4	Umur Ekonomis	A	5	Tahun
5	Jam Kerja per Tahun	W	1.800	Jam
6	Harga Alat	B	235.000.000	Rupiah
B	Biaya Pasti per Jam Kerja			
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	23.500.000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal $[i \times (1+i)^A] / [(1+i)^A - 1]$	D	0,41058	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam			
a.	Faktor pengendalian modal $[(B - C) \times D] / W$	E	48.243,33	Rupiah
b.	Asuransi, dll $(0,002 \times B) / W$	F	261,11	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam	G	48.504,44	Rupiah
C	Biaya Operasi per Jam Kerja			
1	Bahan bakar = $(0,125 - 0,175$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Ms	H	9.000	Rupiah
2	Pelumas = $(0,01 - 0,02$ Ltr/HP/Jam) x Pw x Mp	I	9.000	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan $((12,5\% - 17,5\%) \times B) / W$	K	16.319,44	Rupiah
4	Operator = (1 orang/jam) x U ₁	L	4.300	Rupiah
5	Pembantu Operator = (1 orang/jam) x U ₂	M	3.210	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam (H+I+K+L+M)	P	41.829,44	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM	S	90.333,88	Rupiah
E	Lain – lain			
1	Tingkat Suku Bunga	i	30	Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U ₁	4.300	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb. Sopir	U ₂	3.210	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	1.850	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	1.650	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	15.000	Liter

Tabel 7.13. DAFTAR HARGA SATUAN ALAT

NO	JENIS ALAT	SATUAN	BIAYA SEWA (Rp / Jam)
1	AIR COMPRESSOR	Jam	50.129,63
2	ASPHALT MIXING PLANT	Jam	531.901,57
3	ASPHALT FINISHER	Jam	126.809,85
4	ASPHALT SPRAYER	Jam	31.870,94
5	CONCRETE MIXER	Jam	24.215,49
6	DUMP TRUCK	Jam	74.749,25
7	EXCAVATOR	Jam	160.606,08
8	TANDEM ROLLER	Jam	74.644,36
9	VIBRATOR ROLLER	Jam	105.955,28
10	WHEEL LOADERS	Jam	133.349,44
11	BACKHOE LOADERS	Jam	131.993,532
12	TIRED ROLLER	Jam	90.333,88

Sumber: Hasil Perhitungan

7.2.2. Analisa harga satuan pekerjaan

Harga satuan pekerjaan adalah harga satuan jenis pekerjaan berdasarkan perincian metode pelaksanaan yang memuat jenis kuantitas dan harga dasar dari komponen tenaga kerja, bahan dan peralatan yang diperlukan.

Untuk memperhitungkan harga satuan pekerjaan dibutuhkan perhitungan:

- Harga satuan biaya langsung (jumlah total harga tenaga, bahan dan peralatan).
- Biaya umum dan keuntungan (overhead dan profit) sebesar 10 % dari total biaya langsung tersebut.

Dalam perhitungan harga satuan pekerjaan ini mencakup pekerjaan sebagai berikut:

1. Pekerjaan Tanah
 - a. pekerjaan timbunan dengan urugan pilihan
 - b. pekerjaan penyiapan badan jalan
2. pekerjaan perkerasan berbutir
 - a. pekerjaan agregat base class A
 - b. pekerjaan agregat base class B
3. pekerjaan bahu jalan
 - a. pekerjaan agregat base class A
 - b. pekerjaan agregat base class B
 - c. pekerjaan lapis resap pengikat (prime coat)

ANALISA BIAYA SATUAN PEKERJAAN

Proyek : Perencanaan Jalan Lingkar Luar Barat Madiun
Propinsi : Jawa Timur
Jenis Pekerjaan : Timbunan dengan Urugan Pilihan
Satuan Pembayaran : m³

Tabel 7.14. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Timbunan dengan Urugan Pilihan

Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A. PEKERJA				
1. Mandor	Jam	0,024	4.300	103,2
2. Pekerja	Jam	0,095	2.700	256,5
TOTAL BIAYA PEKERJAAN				359,7
B. MATERIAL				
1. Urugan Pilihan	m ³	1,12	28.600	32.032
TOTAL BIAYA MATERIAL				32.032
C. PERALATAN				
1. Wheel Loader	Jam	0,024	133.349,44	3.200,387
2. Dump Truck	Jam	0,095	74.749,25	7.101,179
3. Vibrator Roller	Jam	0,005	105.955,28	529,776
TOTAL BIAYA PERALATAN				10.831,342
D. JUMLAH TENAGA, BAHAN & PERALATAN (A+B+C)				43.223,042
E. OVERHEAD & LABA 10,0 % X (D)				4.322,304
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				47.545,346

ANALISA BIAYA SATUAN PEKERJAAN

Proyek : Perencanaan Jalan Lingkar Luar Barat Madiun
 Propinsi : Jawa Timur
 Jenis Pekerjaan : Penyiapan badan jalan
 Satuan Pembayaran : m³

Tabel 7.15. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan

Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A. PEKERJA				
1. Mandor	Jam	0,0011	4.300	4,73
2. Pekerja	Jam	0,0042	2.700	11,34
TOTAL BIAYA PEKERJAAN				16,07
B. PERALATAN				
1. Alat Bantu	Ls	1	6 % x upah	0,964
2. Vibrator Roller	Jam	0,0021	105.955,28	222,50
3. Motor Grader	Jam	0,0032	131.901,59	422,085
4. Water Tank Truck	Jam	0,012	78.473,18	941,678
TOTAL BIAYA PERALATAN				1.587,234
C. JUMLAH TENAGA, BAHAN & PERALATAN (A+B)				84.036,548
D. OVERHEAD & LABA 10,0 % X (C)				8.403,655
E. HARGA SATUAN PEKERJAAN (C + D)				92.440.202

ANALISA BIAYA SATUAN PEKERJAAN

Proyek : Perencanaan Jalan Lingkar Luar Barat Madiun
 Propinsi : Jawa Timur
 Jenis Pekerjaan : Agregat Base Class A pada Pekerjaan Perkerasan Berbutir
 Satuan Pembayaran : m³

Tabel 7.16. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Agregat Base Class A

Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A. PEKERJA				
1. Mandor	Jam	0,0079	4.300	33,97
2. Pekerja	Jam	0,055	2.700	148,5
TOTAL BIAYA PEKERJAAN				182,47
B. MATERIAL				
1. Agregat klas A	m ³	1,10	57.340	63.074
TOTAL BIAYA MATERIAL				63.074
C. PERALATAN				
1. Wheel Loader	Jam	0,024	133.349,44	3.200,387
2. Dump Truck	Jam	0,095	74.749,25	7.101,179
3. Vibrator Roller	Jam	0,014	105.955,28	1.483,374
4. Motor Grader	Jam	0,0074	131.901,59	976,072
5. Water Tank Truk	Jam	0,012	78.473,18	941,678
6. Alat Bantu	Ls	1	6 % x upah	10,9482
TOTAL BIAYA PERALATAN				13.713,637
D. JUMLAH TENAGA, BAHAN & PERALATAN (A+B+C)				76.970,107
E. OVERHEAD & LABA 10,0 % X (D)				7.697,011
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				84.667,118

ANALISA BIAYA SATUAN PEKERJAAN

Proyek : Perencanaan Jalan Lingkar Luar Barat Madiun
 Propinsi : Jawa Timur
 Jenis Pekerjaan : Agregat Base Class B pada Pekerjaan Perkerasan Berbutir
 Satuan Pembayaran : m³

Tabel 7.17. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Agregat Base Class B

Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A. PEKERJA				
1. Mandor	Jam	0,0079	4.300	33,97
2. Pekerja	Jam	0,055	2.700	148,5
TOTAL BIAYA PEKERJAAN				182,47
B. MATERIAL				
1. Agregat klas B	m ³	1,10	52.665	57.931,5
TOTAL BIAYA MATERIAL				57.931,5
C. PERALATAN				
1. Wheel Loader	Jam	0,02	133.349,44	2.666,989
2. Dump Truck	Jam	0,095	74.749,25	7.101,179
3. Vibrator Roller	Jam	0,01	105.955,28	1.059,553
4. Motor Grader	Jam	0,0056	131.901,59	738,639
5. Water Tank Truk	Jam	0,01	78.473,18	784,732
6. Alat Bantu	Ls	1	6 % x upah	10,9482
TOTAL BIAYA PERALATAN				12.362,049
D. JUMLAH TENAGA, BAHAN & PERALATAN (A+B+C)				70.476,019
E. OVERHEAD & LABA 10,0 % X (D)				7.047,602
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				77.523,621

ANALISA BIAYA SATUAN PEKERJAAN

Proyek : Perencanaan Jalan Lingkar Luar Barat Madiun
 Propinsi : Jawa Timur
 Jenis Pekerjaan : Agregat Base Class A pada Pekerjaan Bahu Jalan
 Satuan Pembayaran : m³

Tabel 7.18. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Agregat Base Class A (Bahu Jalan)

Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A. PEKERJA				
1. Mandor	Jam	0,012	4.300	51,6
2. Pekerja	Jam	0,083	2.700	224,1
TOTAL BIAYA PEKERJAAN				275,7
B. MATERIAL				
1. Agregat klas A	m ³	1,10	57.340	63.074
TOTAL BIAYA MATERIAL				63.074
C. PERALATAN				
1. Wheel Loader	Jam	0,024	133.349,44	3.200,387
2. Dump Truck	Jam	0,095	74.749,25	7.101,179
3. Vibrator Roller	Jam	0,014	105.955,28	1.483,374
4. Motor Grader	Jam	0,0056	131.901,59	738,649
5. Water Tank Truk	Jam	0,012	78.473,18	941,678
6. Alat Bantu	Ls	1	6 % x upah	16,542
TOTAL BIAYA PERALATAN				13.481,808
D. JUMLAH TENAGA, BAHAN & PERALATAN (A+B+C)				76.831,508
E. OVERHEAD & LABA 10,0 % X (D)				7.683,151
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				84.514,659

ANALISA BIAYA SATUAN PEKERJAAN

Proyek : Perencanaan Jalan Lingkar Luar Barat Madiun
 Propinsi : Jawa Timur
 Jenis Pekerjaan : Agregat Base Class B pada Pekerjaan Bahu Jalan
 Satuan Pembayaran : m³

Tabel 7.19. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Agregat Base Class B (Bahu Jalan)

Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A. PEKERJA				
1. Mandor	Jam	0,012	4.300	51,6
2. Pekerja	Jam	0,083	2.700	224,1
TOTAL BIAYA PEKERJAAN				275,7
B. MATERIAL				
1. Agregat klas B	m ³	1,10	57.340	63.074
TOTAL BIAYA MATERIAL				63.074
C. PERALATAN				
1. Wheel Loader	Jam	0,024	133.349,44	3.200,387
2. Dump Truck	Jam	0,095	74.749,25	7.101,179
3. Vibrator Roller	Jam	0,01	105.955,28	1.483,374
4. Motor Grader	Jam	0,0056	131.901,59	738,649
5. Water Tank Truk	Jam	0,012	78.473,18	941,678
6. Alat Bantu	Ls	1	6 % x upah	16,542
TOTAL BIAYA PERALATAN				13.481,808
D. JUMLAH TENAGA, BAHAN & PERALATAN (A+B+C)				76.831,508
E. OVERHEAD & LABA 10,0 % X (D)				7.683,151
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				84.514,659

ANALISA BIAYA SATUAN PEKERJAAN

Proyek : Perencanaan Jalan Lingkar Luar Barat Madiun
Propinsi : Jawa Timur
Jenis Pekerjaan : Prime Coat pada Pekerjaan Bahu Jalan
Satuan Pembayaran : m³

Tabel 7.20. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Prime Coat

Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A. PEKERJA				
1. Mandor	Jam	0,0033	4.300	14,19
2. Pekerja	Jam	0,0167	2.700	45,09
TOTAL BIAYA PEKERJAAN				59,28
B. MATERIAL				
1. Aspal	Kg	0,6468	2.100	1.358,28
2. Kerosine	Lt	0,484	1.100	532,4
TOTAL BIAYA MATERIAL				1.890,68
C. PERALATAN				
1. Air Compressor	Jam	0,024	50.129,63	150
2. Asphalt Sprayer	Jam	0,095	31.870,94	64
3. Dump Truck	Jam	0,01	74.749,25	149
TOTAL BIAYA PERALATAN				364
D. JUMLAH TENAGA, BAHAN & PERALATAN (A+B+C)				2.313,589
E. OVERHEAD & LABA 10,0 % X (D)				231,359
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				2.544,948

Tabel 7.21. REKAPITULASI HARGA SATUAN PEKERJAAN

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA SATUAN PEKERJAAN (Rupiah)
A	PEKERJAAN TANAH		
1.	Timbunan dengan Urugan Pilihan	m ³	47.545,346
2.	Penyiapan Badan Jalan	m ²	1.763,634
B	PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR		
1.	Agregat Base Class A	m ³	84.667,118
2.	Agregat Base Class B	m ³	77.523,621
C	PEKERJAAN BAHU JALAN		
1.	Agregat Base Class A	m ³	84.514,659
2.	Agregat Base Class B	m ³	84.514,659
3.	Lapis Resap Pengikat (Prime Coat)	Lt	2.544,948

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 7.22. BIAYA MOBILISASI PERALATAN

NO	NAMA ALAT	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rupiah)	JUMLAH HARGA (Rupiah)
1.	AIR COMPRESSOR	Unit	6	1.000.000	6.000.000
2.	ASPHALT MIXING PLANT	Unit	2	35.000.000	70.000.000
3.	ASPHALT FINISHER	Unit	2	5.000.000	10.000.000
4.	ASPHALT SPRAYER	Unit	1	1.000.000	1.000.000
5.	CONCRETE MIXER	Unit	2	450.000	900.000
6.	DUMP TRUK	Unit	12	1.000.000	12.000.000
7.	EXCAVATOR	Unit	4	5.000.000	20.000.000
8.	TANDEM ROLLER	Unit	3	5.000.000	15.000.000
9.	VIBRATOR ROLLER	Unit	2	5.000.000	10.000.000
10	WHEEL LOADERS	Unit	3	5.000.000	15.000.000
11	BACKHOE LOADERS	Unit	2	1.000.000	2.000.000
12	TIRED ROLLER	Unit	2	5.000.000	10.000.000
TOTAL					171.900.000

7.2.3. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah perkiraan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai seluruh kegiatan pekerjaan dalam suatu proyek. Anggaran biaya ini merupakan hasil penjumlahan serta perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan.

Dalam anggaran biaya juga diperhitungkan Pajak pertambahan Nilai (PPN) sebesar 10 % dari total anggaran.

NO	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	PEKERJAAN TANAH				
1.	Timbunan dengan Urugan Pilihan	m ³	461,583	49.393,706	22.799.295
2.	Penyiapan Badan Jalan	m ²	28.210	1.763,634	49.752.115
B	PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR				
1.	Agregat Base Class A	m ³	10.362,957	84.667,118	877.401.703
2.	Agregat Base Class B	m ³	13.529,516	77.523,621	1.048.857.070
C	PEKERJAAN BAHU JALAN				
1.	Agregat Base Class A	m ³	2.643,795	84.514,659	223.439.433
2.	Agregat Base Class B	m ³	3.525,06	84.514,659	297.919.244
3.	Lapis Resap Pengikat (Prime Coat)	Lt	8.505	2.544,948	21.644.783
	Total				2.541.813.643
	PPN 10 %				254.181.364,3
	Total Keseluruhan				2.795.995.007

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

**BAB VIII
KESIMPULAN**

BAB VIII

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada bab-bab sebelumnya dan hasil perhitungan, maka dapat kami simpulkan bahwa :

1. Perencanaan jalan lingkar luar barat Madiun ini diharapkan mampu menampung arus regional dan luar kota. Dan pembangunan jalan baru ini dapat juga mengurangi tingkat kemacetan serta mengurangi frekuensi kecelakaan di dalam kota dan juga mampu melakukan pengembangan wilayah barat kota Madiun pada tahun-tahun mendatang.
1. Perencanaan jalan lingkar luar barat Madiun telah memenuhi syarat indeks tebal perkerasan minimum dengan daya dukung tanah dasar sebesar 40 % setelah diadakan perbaikan tanah. Dan mampu melayani kendaraan dengan tingkat pertumbuhan lalu lintas sebesar 1,44 %.
2. Dari perhitungan Geometrik Jalan Raya, jalan lingkar luar barat Madiun diperoleh hasil sebagai berikut :
 - Tikungan SCS pada STA 0 + 226,326 s/d STA 0 + 448,756
 - Tikungan FC pada STA 0 + 521,07 s/d STA 0 + 618,81
 - Tikungan FC pada STA 1 + 123,803 s/d STA 1 + 176,163
 - Tikungan FC pada STA 3 + 501,07 s/d STA 3 + 598,81
 - Tikungan FC pada STA 3 + 976,07 s/d STA 4 + 073,81
 - Tikungan FC pada STA 4 + 476,07 s/d STA 4 + 573,81
 - Tikungan FC pada STA 4 + 651,07 s/d STA 4 + 748,81.
3. Dari hasil perhitungan perkerasan jalan didapatkan :
 - Surface course = Laston MS 744 setebal 4 cm dan Laston MS 340 setebal 5 cm
 - Base course = Batu pecah klas A, CBR 100 % setebal 15 cm
 - Sub base course = Sirtu klas B, CBR 50 % setebal 18 cm
4. Dari hasil perencanaan saluran tepi jalan, dipakai saluran berbentuk trapesium yang terbuat dari pasangan batu kali dengan dimensi :

- Saluran I (STA 0 + 510 s/d STA 0 + 850) dipakai $b = 0,65$ m
 - Saluran II (STA 0 + 850 s/d STA 1 + 390) dipakai $b = 0,65$ m
 - Saluran III (STA 1 + 400 s/d STA 1 + 850) dipakai $b = 0,65$ m
 - Saluran IV (STA 1 + 850 s/d STA 2 + 350) dipakai $b = 0,65$ m
 - Saluran V (STA 2 + 350 s/d STA 2 + 850) dipakai $b = 0,65$ m
 - Saluran VI (STA 2 + 850 s/d STA 3 + 350) dipakai $b = 0,65$ m
 - Saluran VII (STA 3 + 350 s/d STA 3 + 850) dipakai $b = 0,65$ m
 - Saluran VIII (STA 3 + 900 s/d STA 4 + 400) dipakai $b = 0,65$ m
 - Saluran IX (STA 4 + 400 s/d STA 4 + 800) dipakai $b = 0,65$ m
 - Saluran X (STA 4 + 800 s/d STA 5 + 200) dipakai $b = 0,65$ m
5. Pada perencanaan pekerjaan ini, Rencana Anggaran Biaya yang diperlukan sebesar Rp. 2.795.995.007,- (termasuk PPN 10 %).

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

PENUTUP

P E N U T U P

Dengan mengucapkan Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat serta Hidayahnya kepada kami sehingga penulisan Tugas Akhir dengan judul **“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR BARAT KOTA MADIUN STA 0 + 000 s/d STA 5 + 200”** ini dapat kami selesaikan dengan baik. Dengan menyelesaikan tugas akhir ini, banyak ilmu pengetahuan yang harus dikembangkan sehingga betapa pentingnya peningkatan pengetahuan dan sumber daya dari yang telah ada dari kami selama ini.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih terdapat kekurangan, hal ini bukan dikarenakan adanya suatu kesengajaan melainkan waktu serta pengalaman yang tersedia. Untuk itu kami sangat mengharapkan saran maupun kritik yang membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Melalui kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Djoko Sulistiono yang telah membimbing kami dalam penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai.

Penulis juga mengucapkan permohonan maaf atas segala kekurangan dan segala kesalahan serta terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, sehingga dapat berjalan dengan baik dan lancar. Dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kami pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum (1983), **Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum (1992), **Standar Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan**, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum (1997), **Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)**, Direktorat Jenderal Bina Marga
- SNI (1999), **Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan**, SNI 03-3424-1999
- Sukirman, Silvia (1994), **Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan**, Penerbit NOVA, Bandung
- Sukirman, Silvia (1995), **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Penerbit NOVA, Bandung
- Tamin, O.Z. (1997), **Perencanaan dan Pemodelan Transportasi**, Penerbit ITB, Bandung

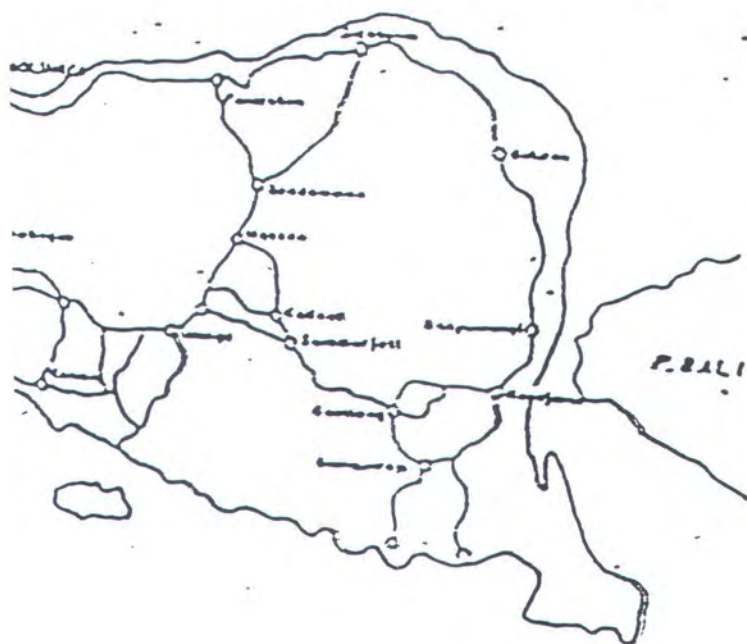
LAPORAN TUGAS AKHIR

**“PERENCANAAN ULANG JALAN LINGKAR LUAR
BARAT KOTA MADIUN STA 0+000 s/d 5+200”**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

LAMPIRAN DAN GAMBAR

PROPINSI JAWA TIMUR



OUTER RINGE
KOTA
STA 0+000

GAMBAR 3.4.
RENCANA PENGGUNAAN LAHAN TAHUN 2008

KETERANGAN



KAWASAN DOMINASI INDUSTRI



LOKASI TERMINAL BUS



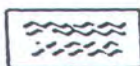
JALAN KOLEKTOR



LOKASI TERMINAL CARGO



KAWASAN DOMINASI PUSAT
PERDAGANGAN LOKAL



KAWASAN DOMINASI PUSAT
PERDAGANGAN REGIONAL



LOKASI PEMBINAAN
INDUSTRI KECIL



LOKASI PENDIDIKAN TINGGI



PUSAT KESEHATAN



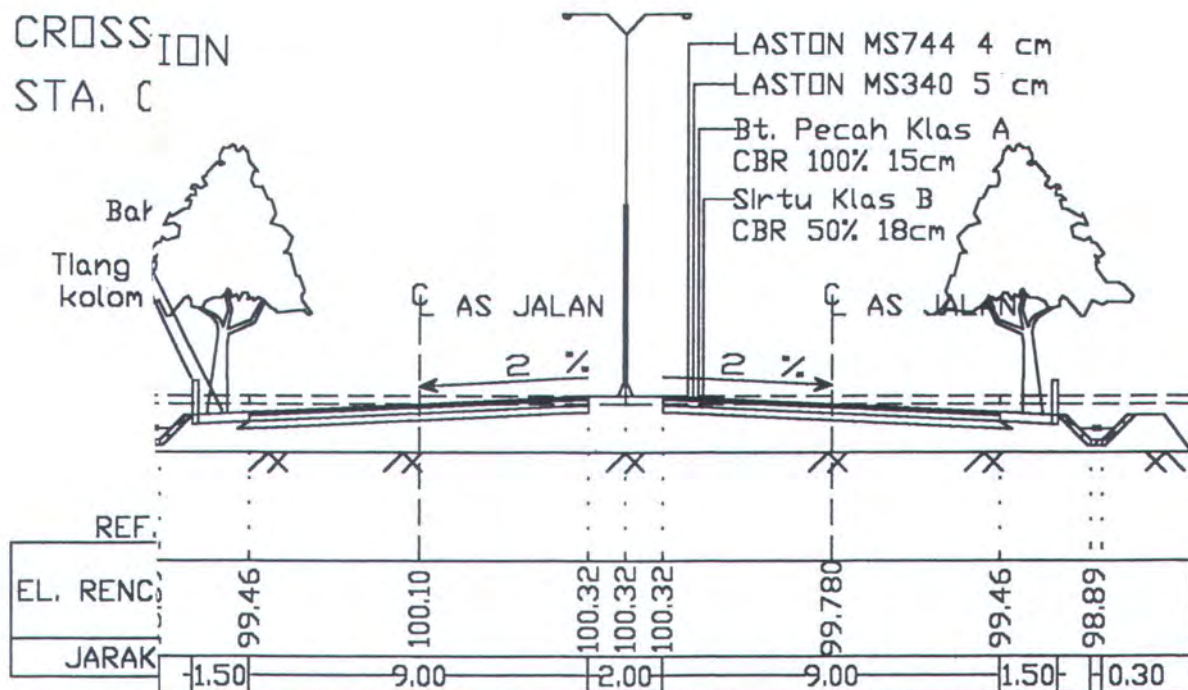
KAWASAN DOMINASI PERKANTORAN

KE SURABAYA

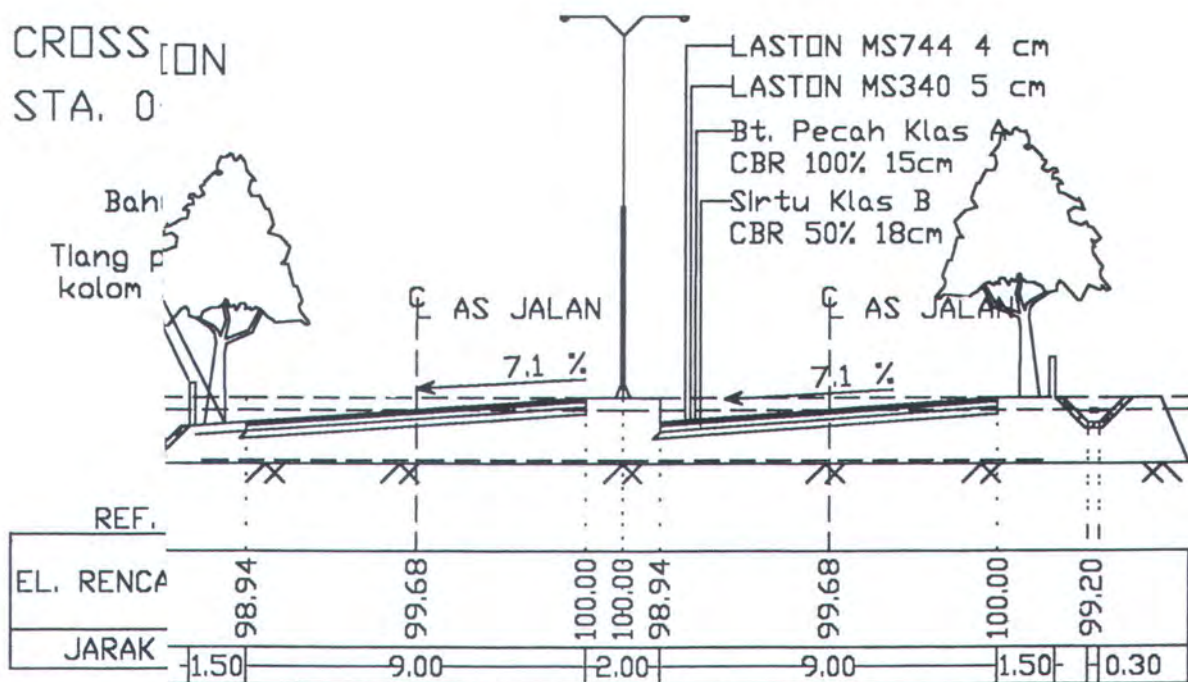


DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT PEMBINAAN JALAN KOTA

CROSS SECTION STA. C



CROSS SECTION STA. D



S-1 TEKNIK SIPIL EKSTENSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
ITS
SURABAYA

Dosen Pembimbing

Ir. Djoko Sulistiono

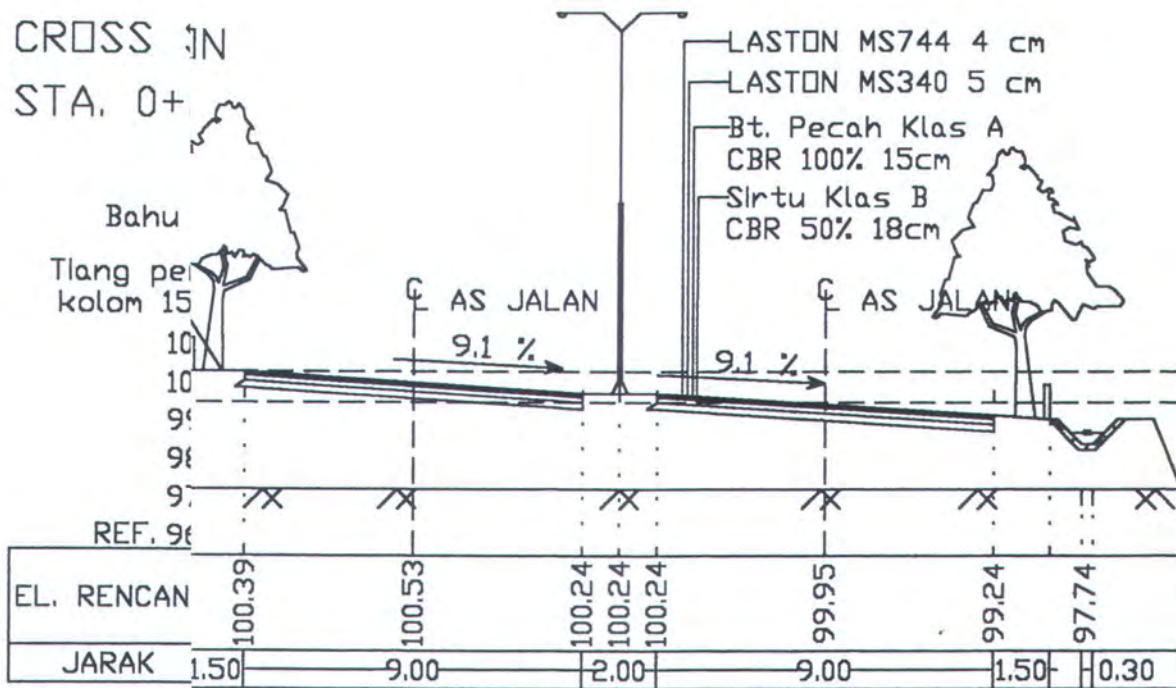
Mahasiswa

Indrawan G.N

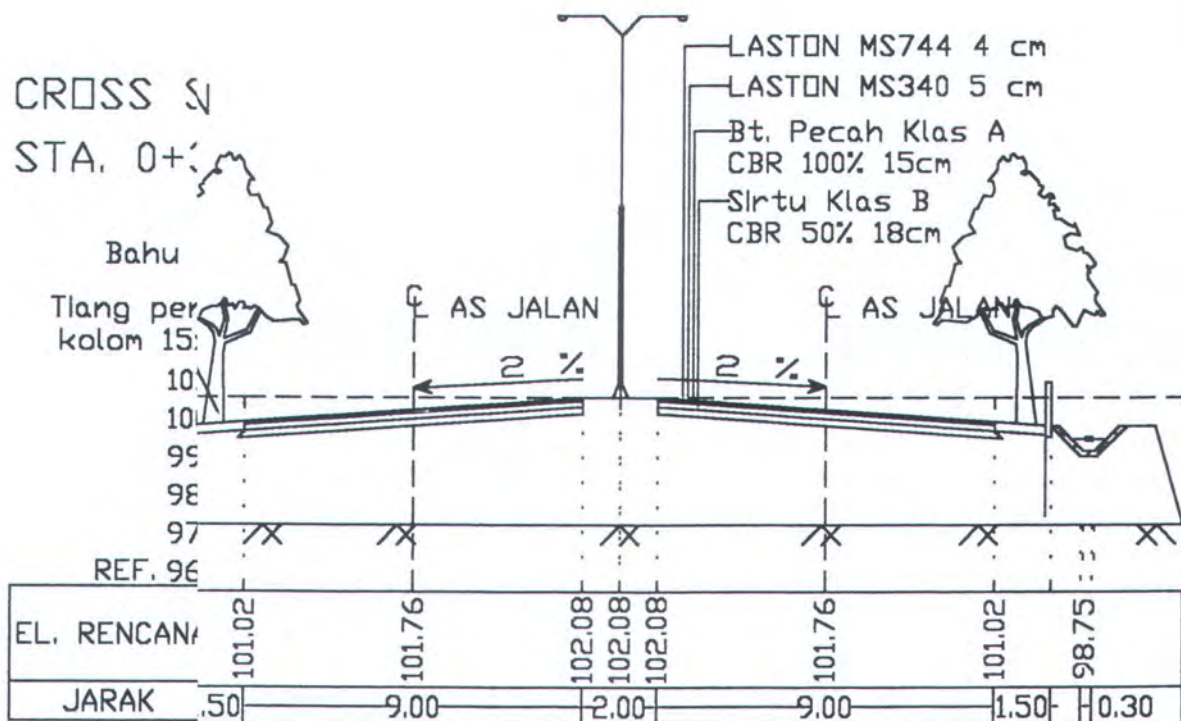
NRP

3102.109.505

CROSS IN
STA. 0+



CROSS IN
STA. 0+



S-1 TEKNIK SIPIL, EKSTENSI LIR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PE
ITS
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Djoko Sulistiono

MAHASISWA

INDRAWAN G.N

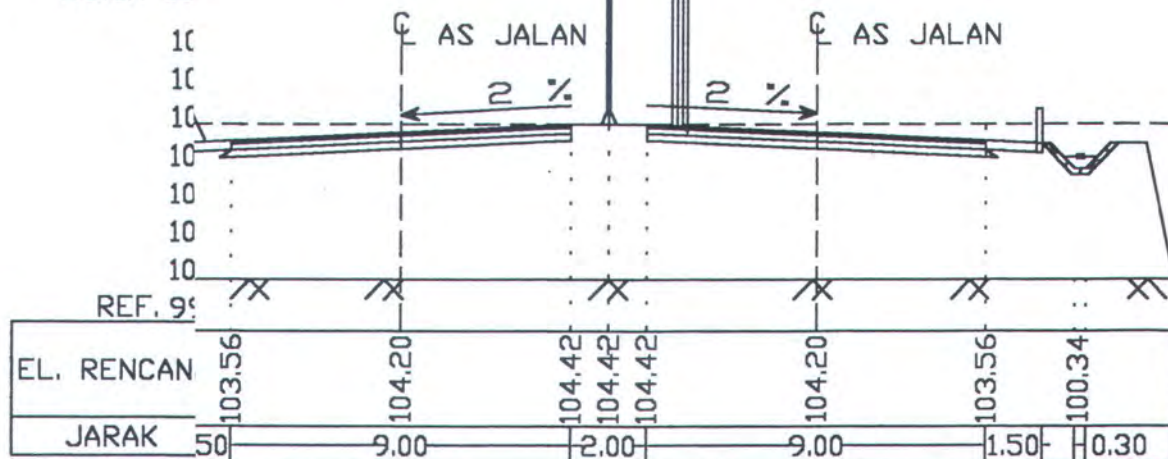
NRP

3102.109.505

CROSS V

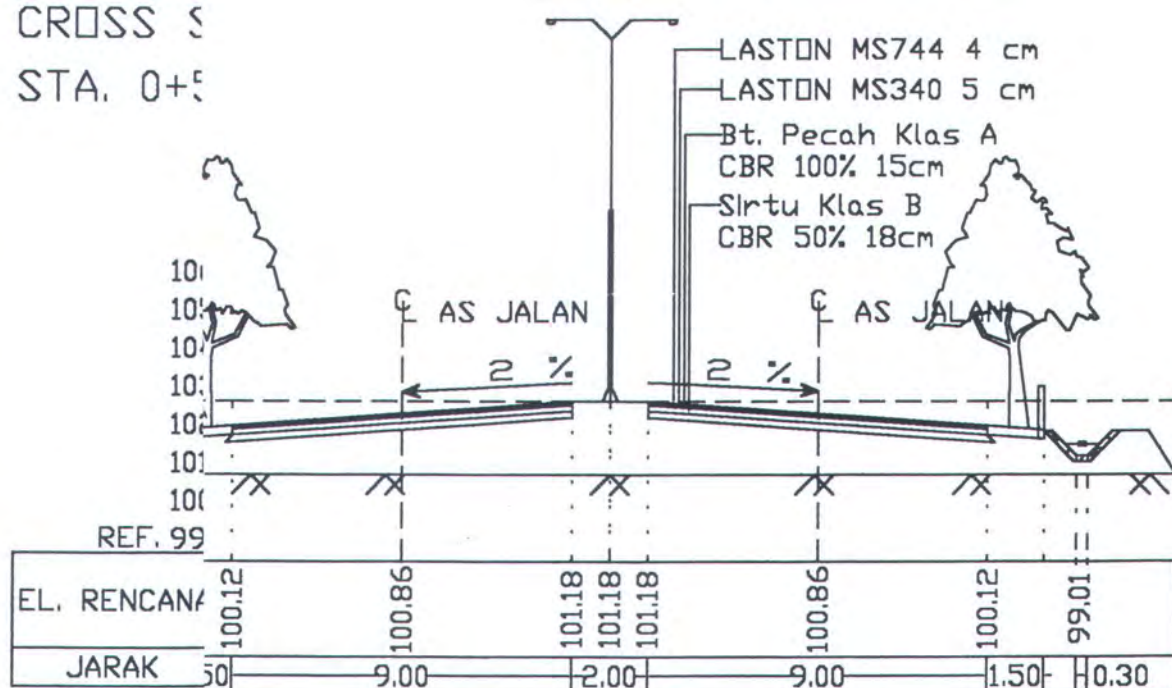
STA. 0+
Bahu

Tiang pe
kolom 15



CROSS S

STA. 0+5



S-1 TEKNIK SIPIL EKSTENSI LIN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PER
ITS
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Djoko Sulistiono

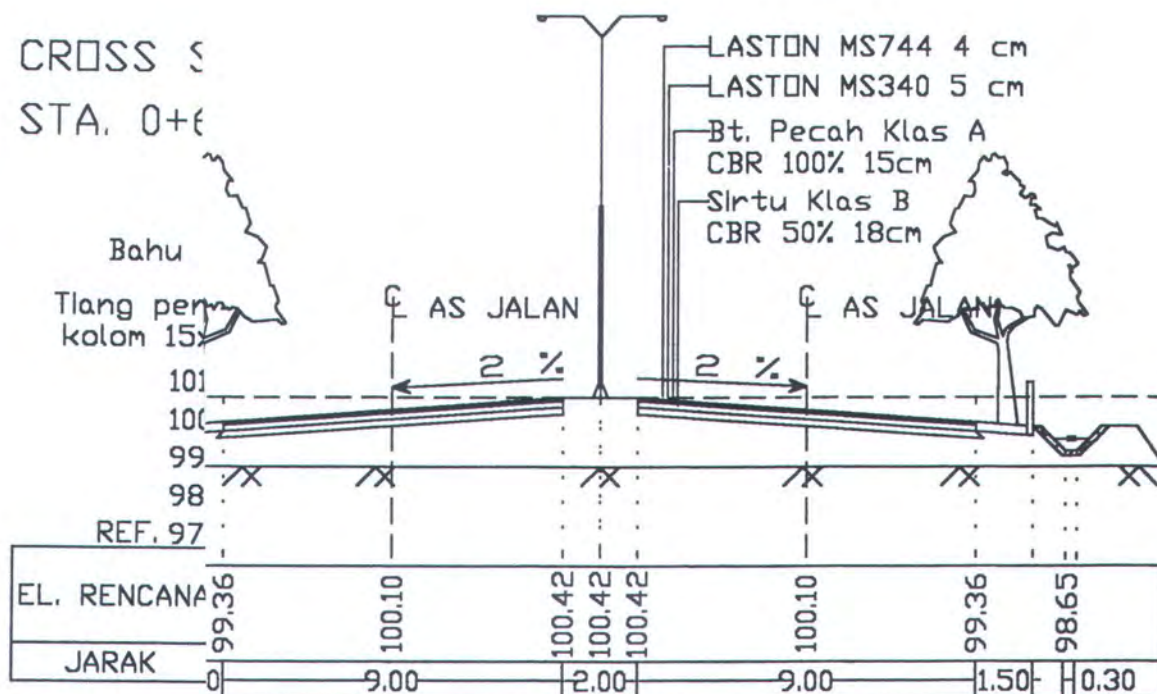
MAHASISWA

INDRAWAN G.N

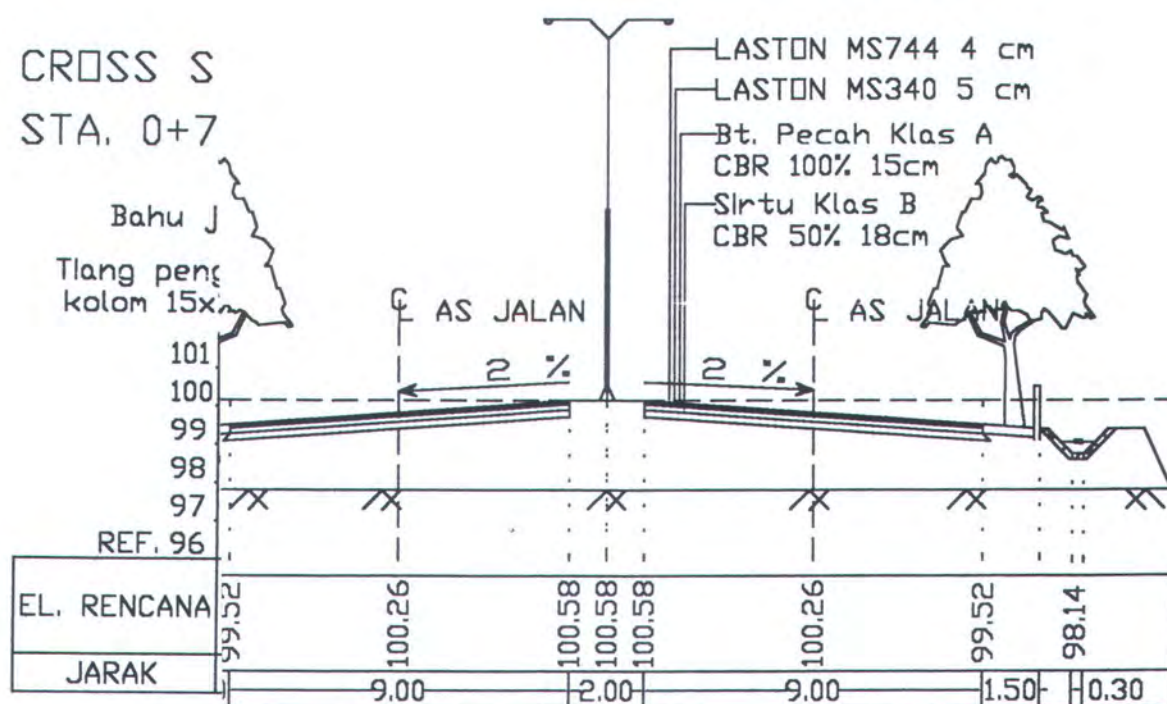
NRP

3102.109.505

CROSS S
STA. 0+6



CROSS S
STA. 0+7



S-1 TEKNIK SIPIL EKSTENSI LINTAS
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
ITS
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Djoko Sulistiono

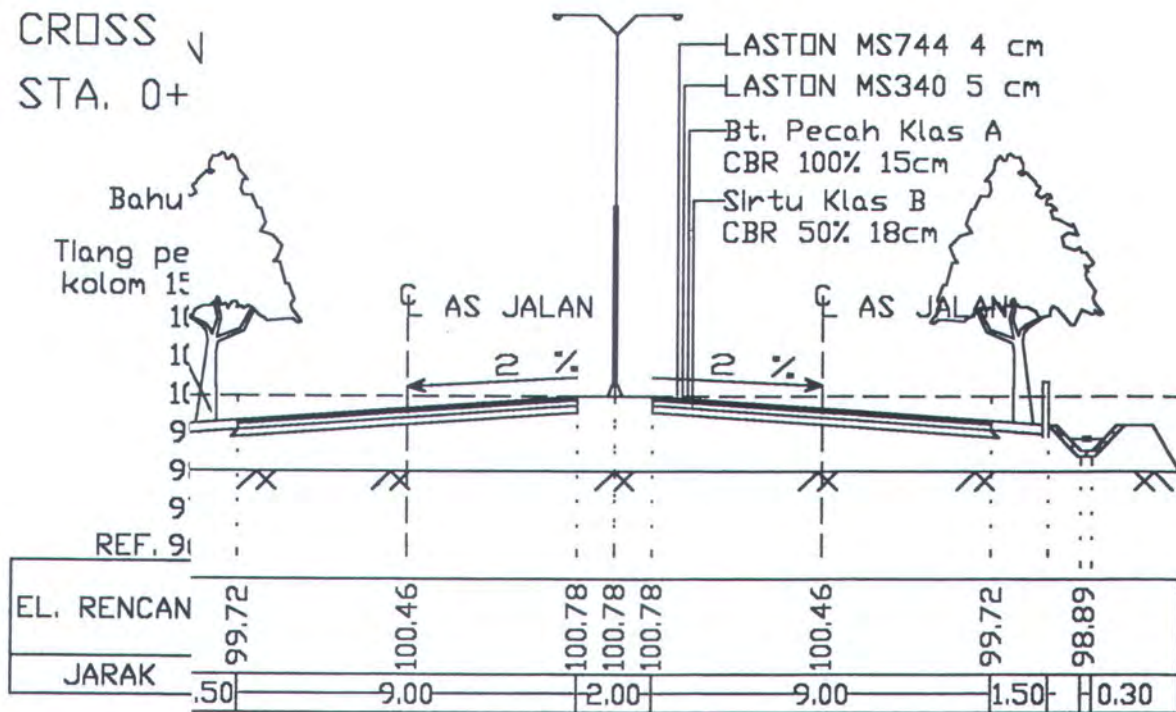
MAHASISWA

INDRAWAN G.N

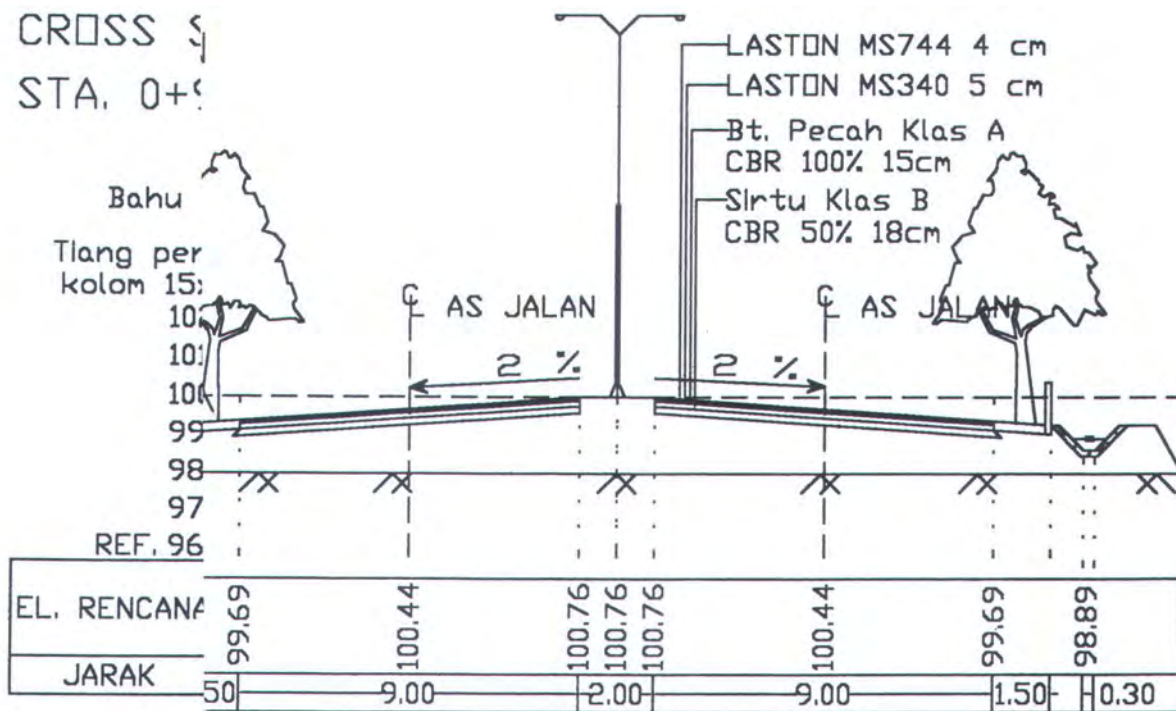
NRP

3102.109.505

CROSS
STA. 0+



CROSS
STA. 0+



S-1 TEKNIK SIPIL EKSTENSI LINT
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PER
ITS
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Djoko Sulistiono

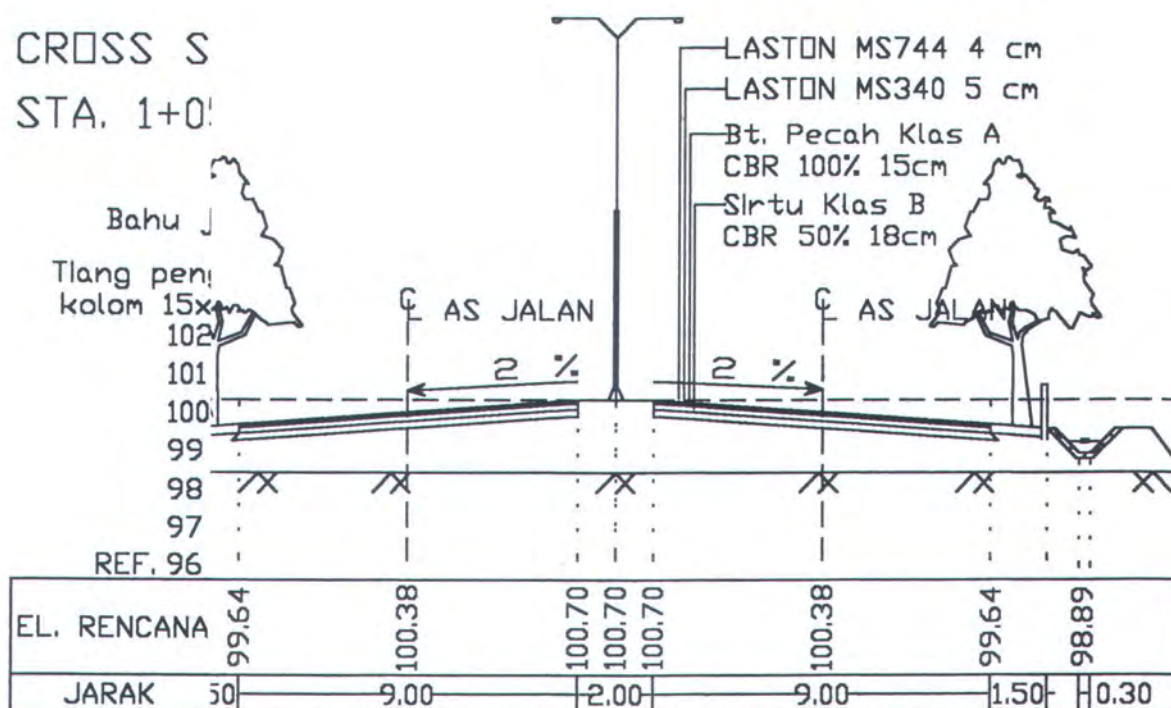
MAHASISWA

INDRAWAN G.N

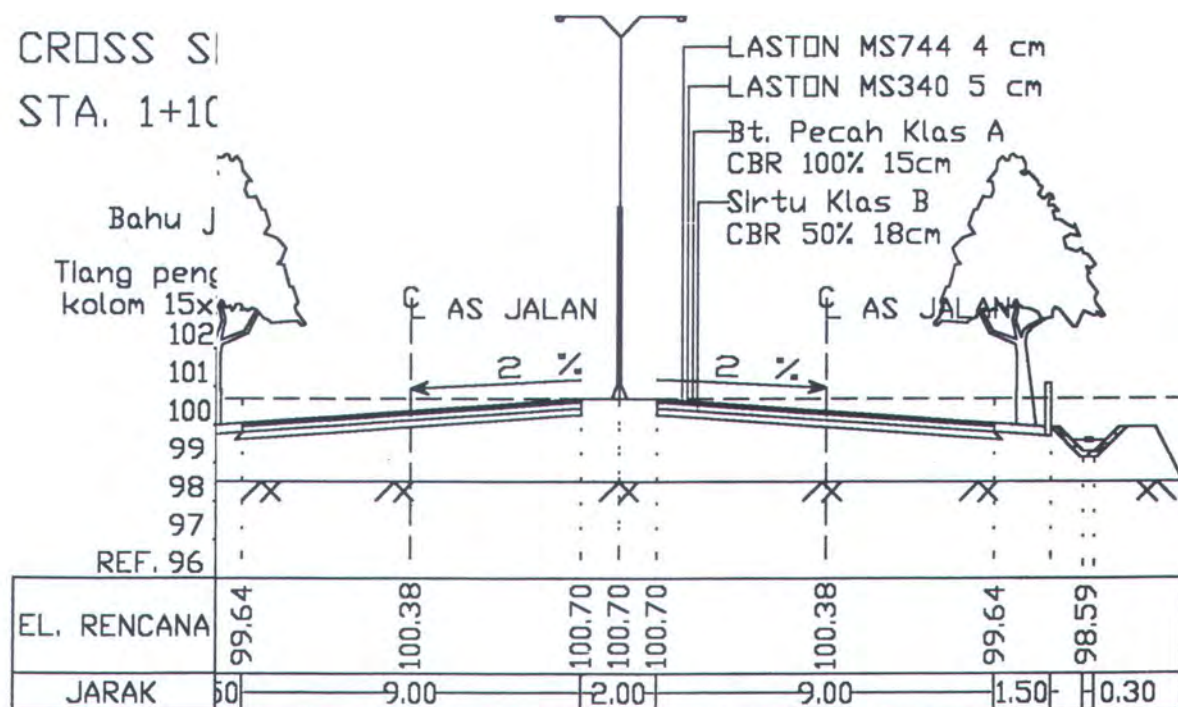
NRP

3102.109.505

CROSS S STA. 1+0



CROSS S STA. 1+10



S-1 TEKNIK SIPIL, EKSTENSI LINTAS
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
ITS
SURABAYA

Dosen Pembimbing

Ir. Djoko Sulistiono

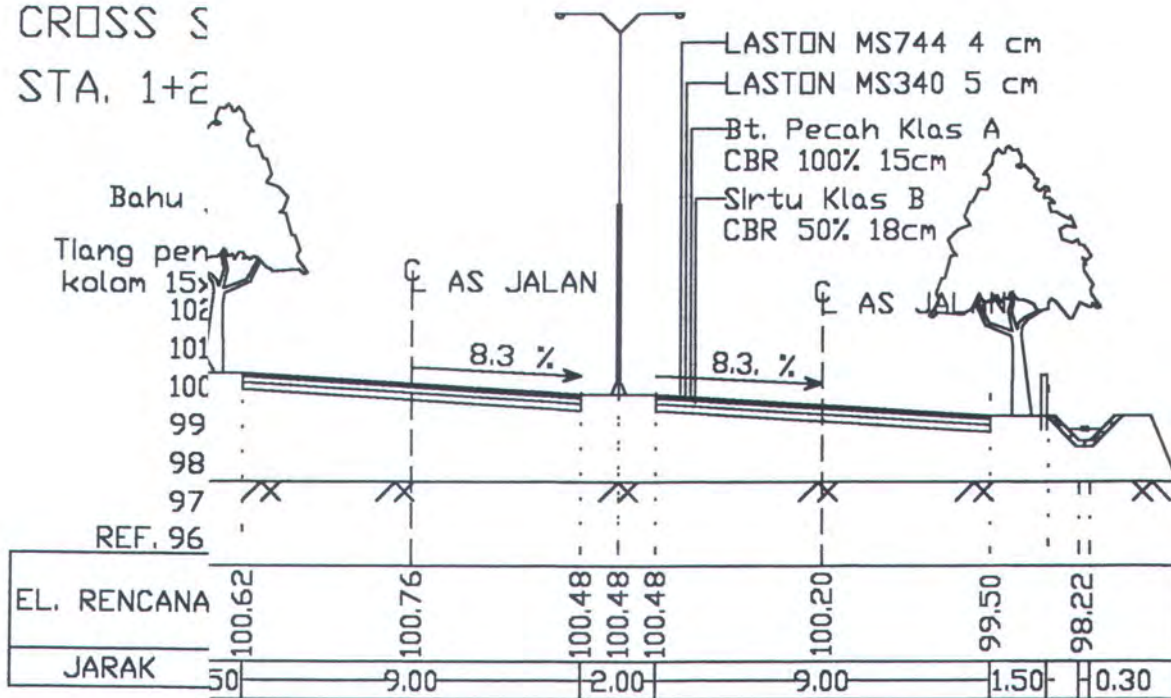
Mahasiswa

Indrawan G.N

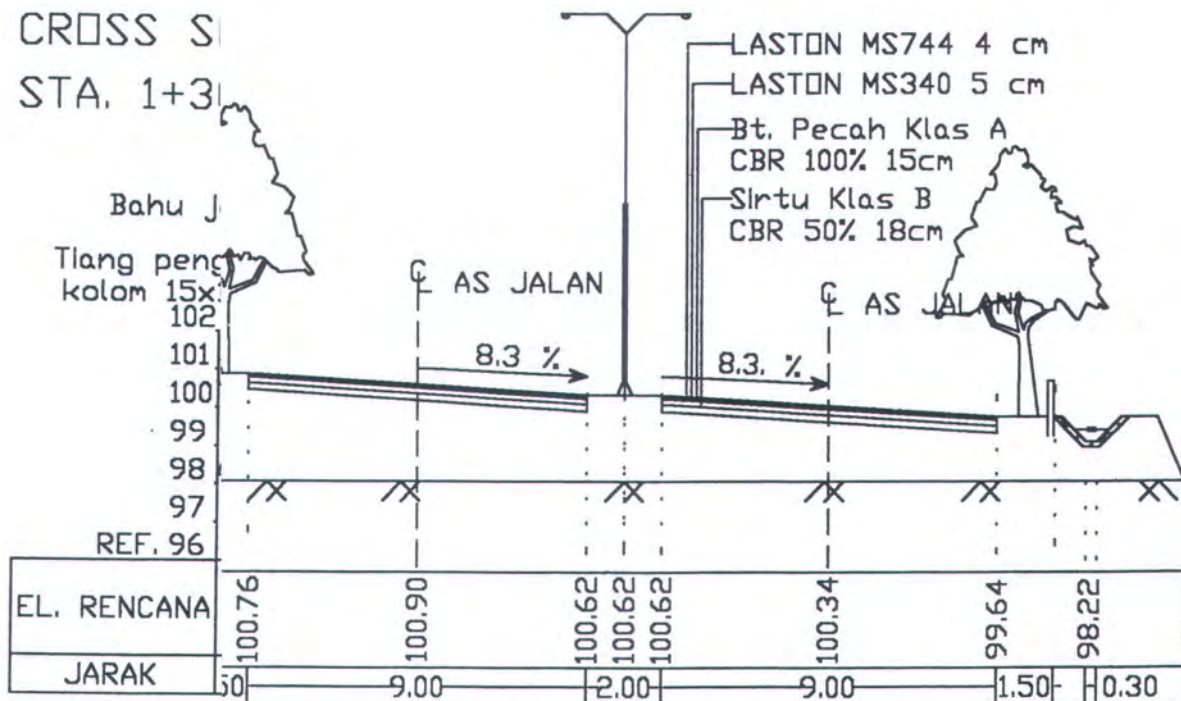
NRP

3102.109.505

CROSS S
STA. 1+2



CROSS S
STA. 1+3



S-1 TEKNIK SIPIL EKSTENSI LINTAS
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
ITS
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Djoko Sulistiono

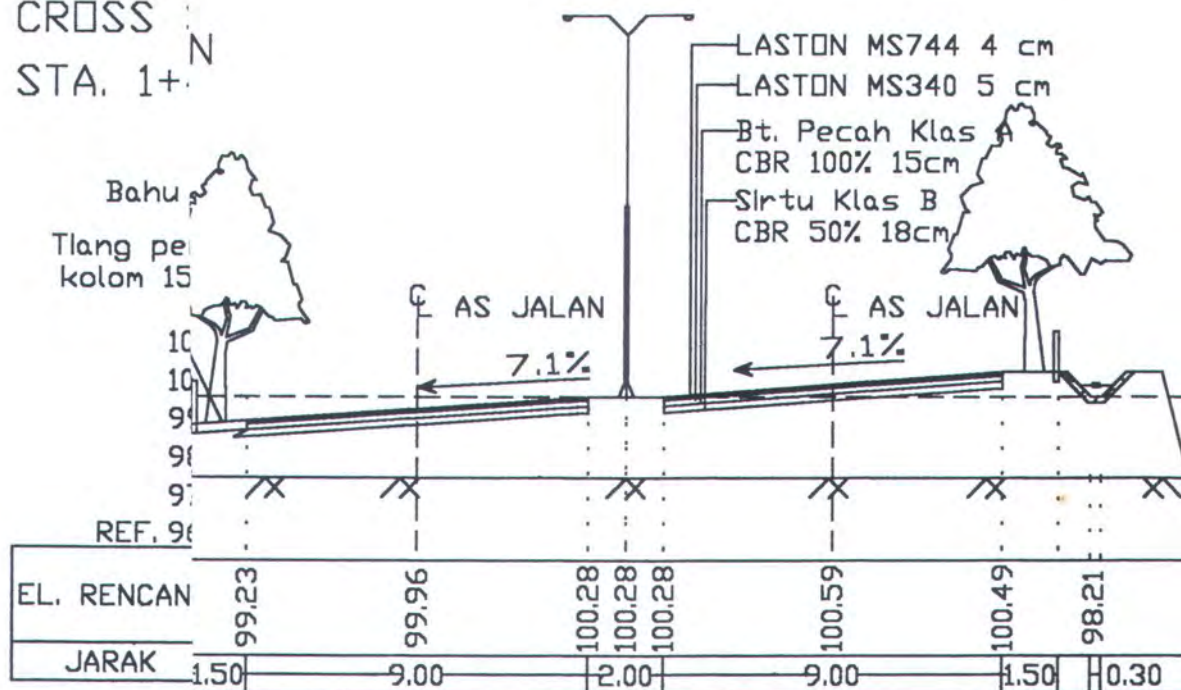
MAHASISWA

INDRAWAN G.N

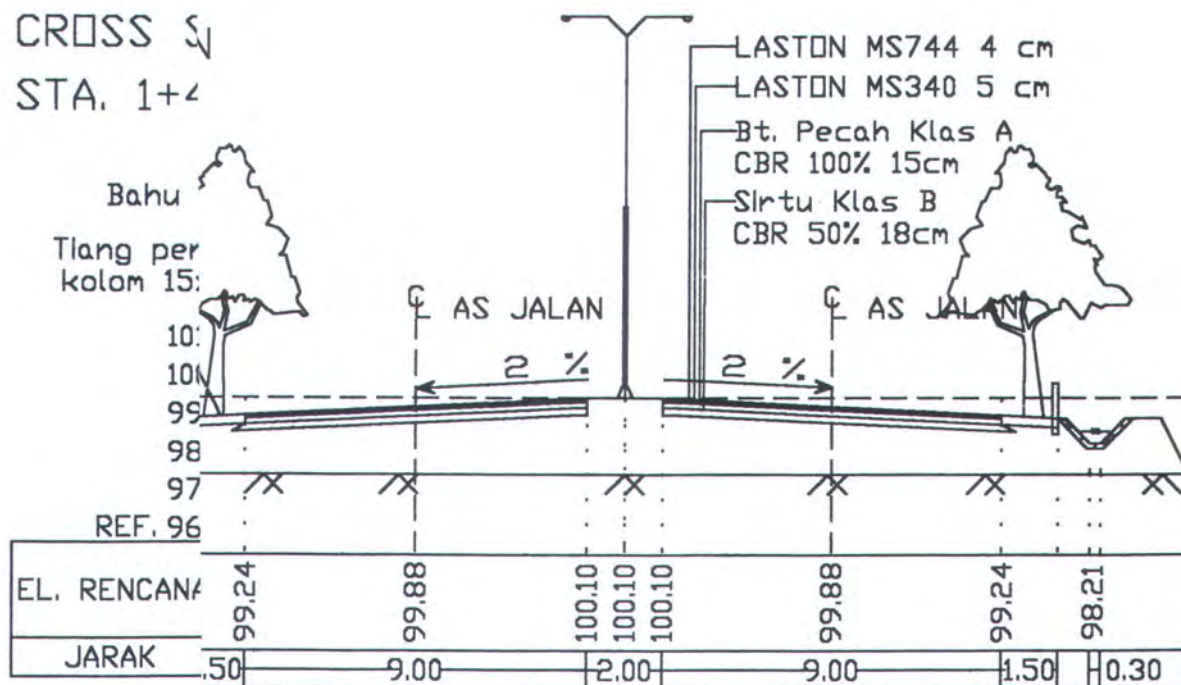
NRP

3102.109.505

CROSS
STA. 1+0



CROSS
STA. 1+4



S-1 TEKNIK SIPIL, EKSTENSI LIR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PER
ITS
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Djoko Sulistiono

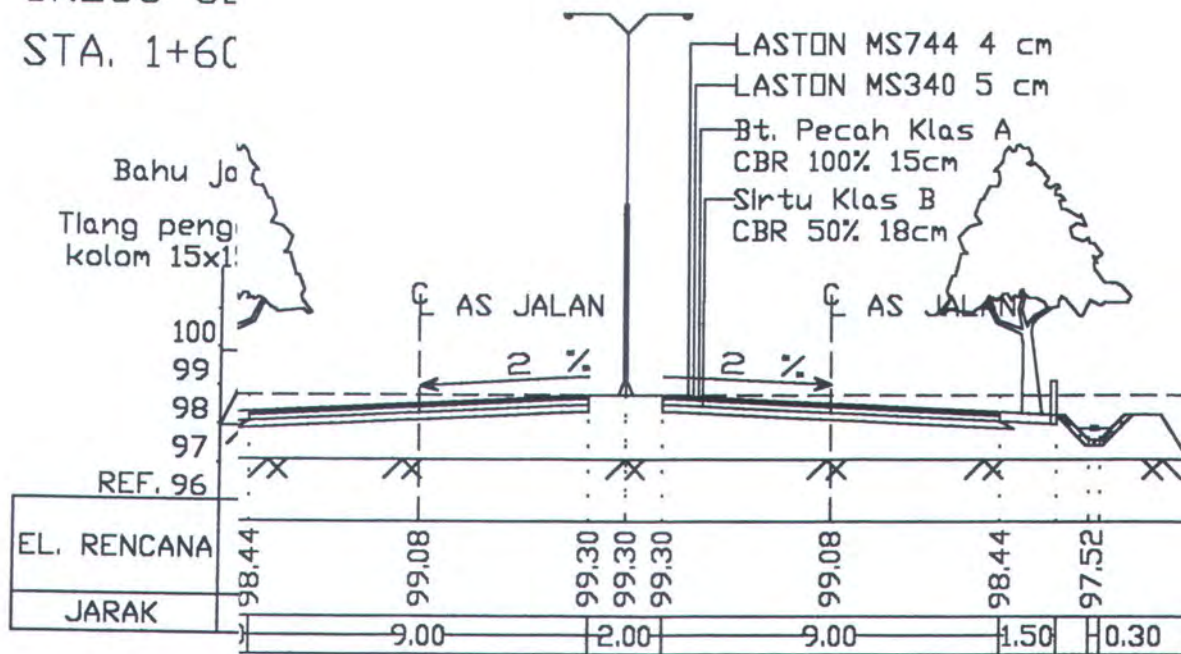
MAHASISWA

INDRAWAN G.N

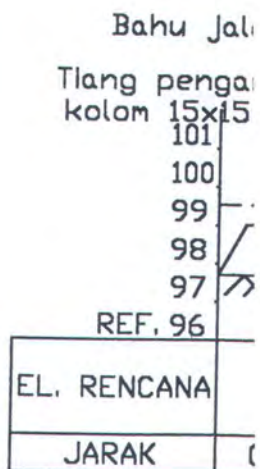
NRP

3102.109.505

CROSS SE
STA. 1+60



CROSS SE
STA. 1+700



S-1 TEKNIK SIPIL, EKSTENSI LINTAS JALAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
ITS
SURABAYA

DOSSEN PEMBIMBING

Ir. Djoko Sulistiono

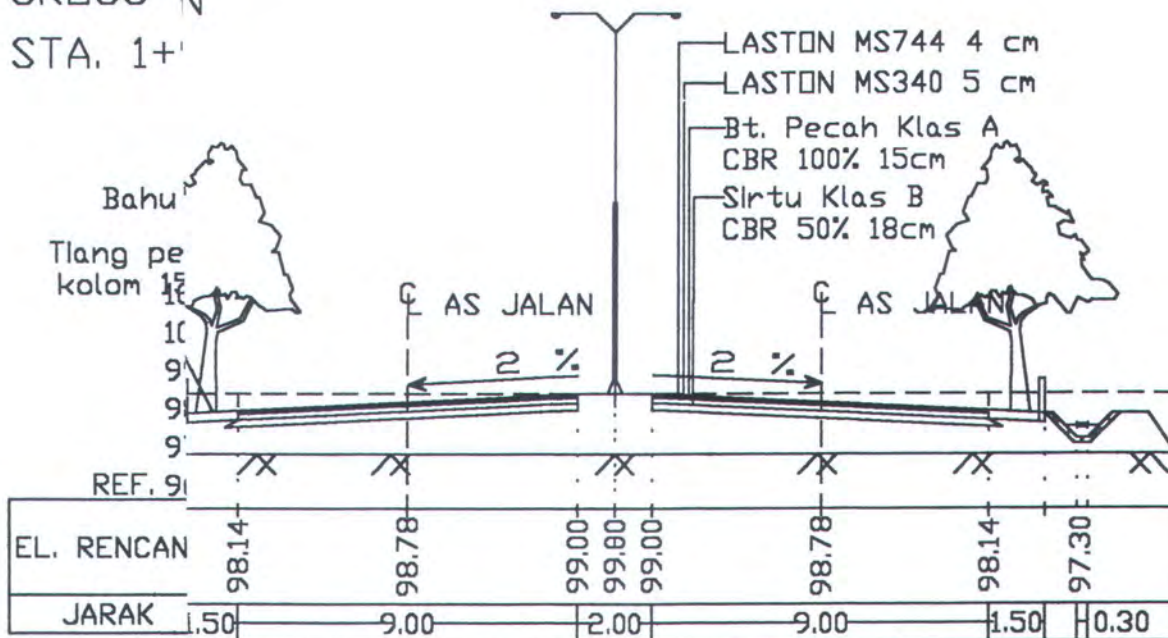
MAHASISWA

INDRAWAN G.N

NRP

3102.109.505

CROSS N
STA. 1+



CROSS S
STA. 2+

Bahu

Tiang per kolom 10

99

98

97

REF. 96

EL. RENCANA	JARAK



S-1 TEKNIK SIPIL EKSTENSI L3
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
ITS
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Djoko Sulistiono

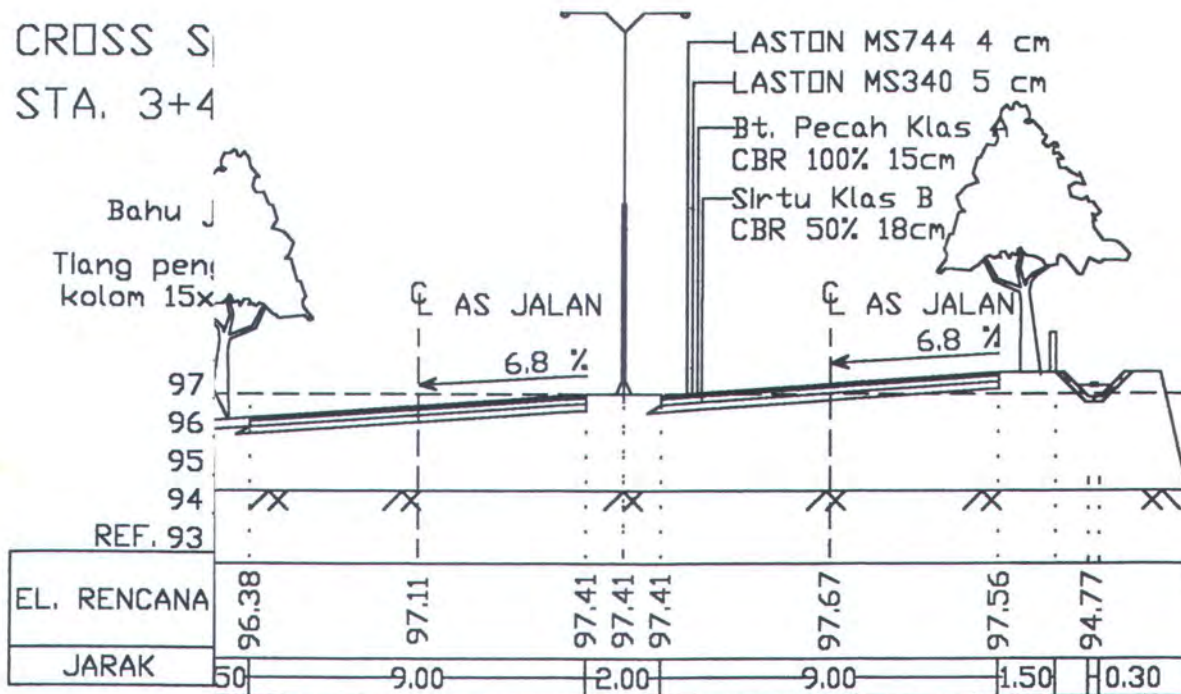
MAHASISWA

INDRAWAN G.N

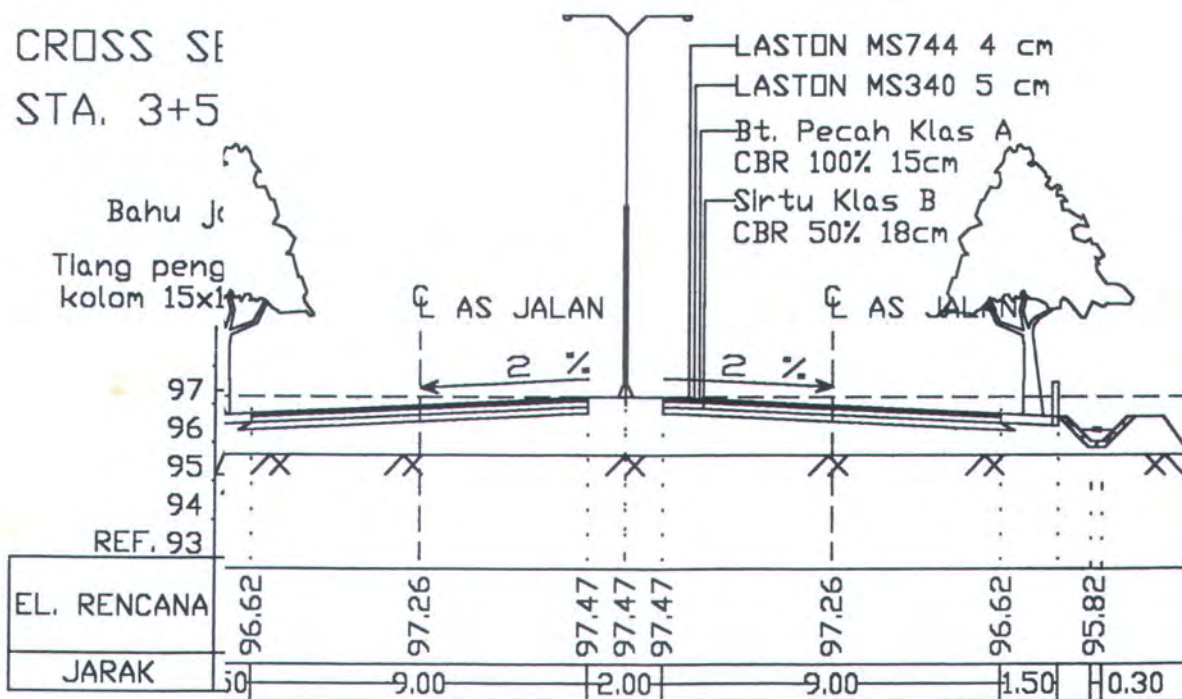
NRP

3102.109.505

CROSS SECTION
STA. 3+4



CROSS SECTION
STA. 3+5



S-1 TEKNIK SIPIL EKSTENSI LINTAS
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
ITS
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Djoko Sulistiono

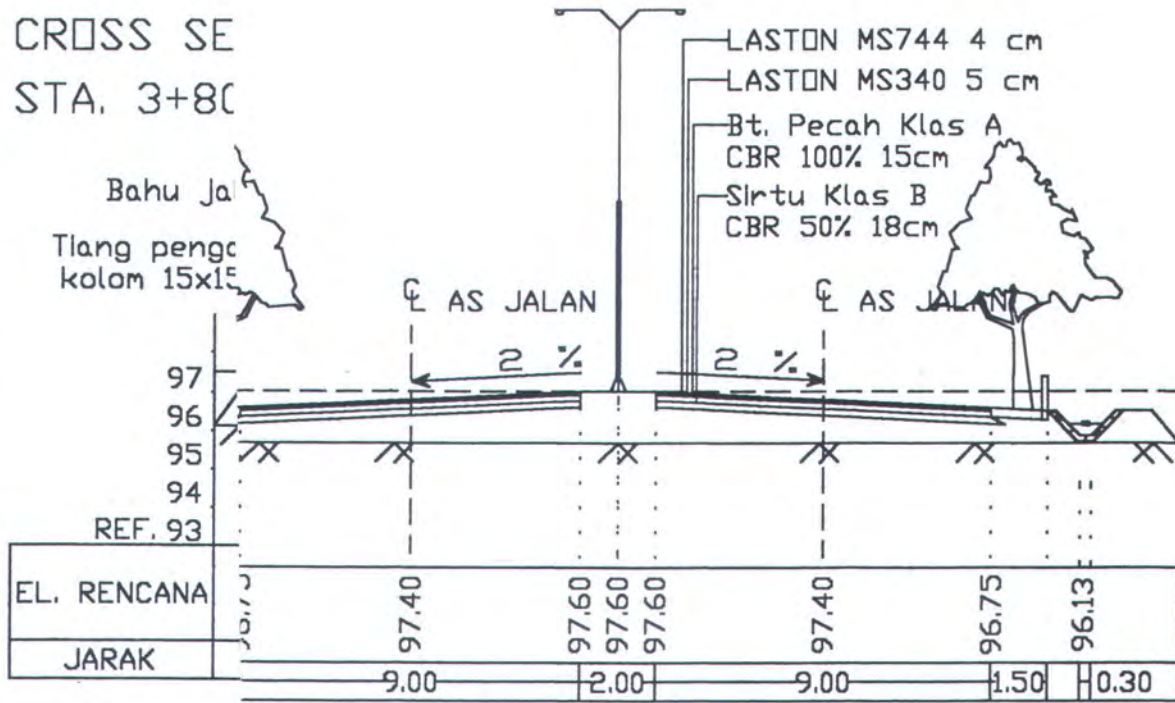
MAHASISWA

INDRAWAN G.N

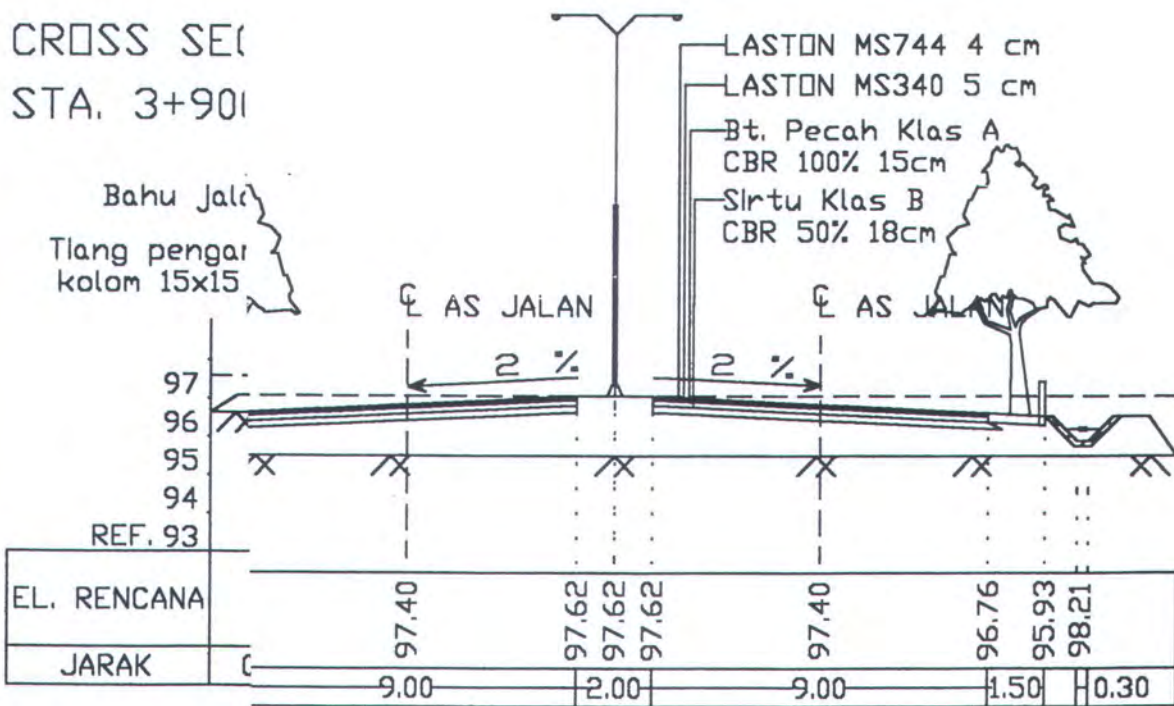
NRP

3102.109.505

CROSS SE
STA. 3+80



CROSS SECTION
STA. 3+901



S-1 TEKNIK SIPIL EKSTENSI LINTAS JAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANA
ITS
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

MAHASISWA

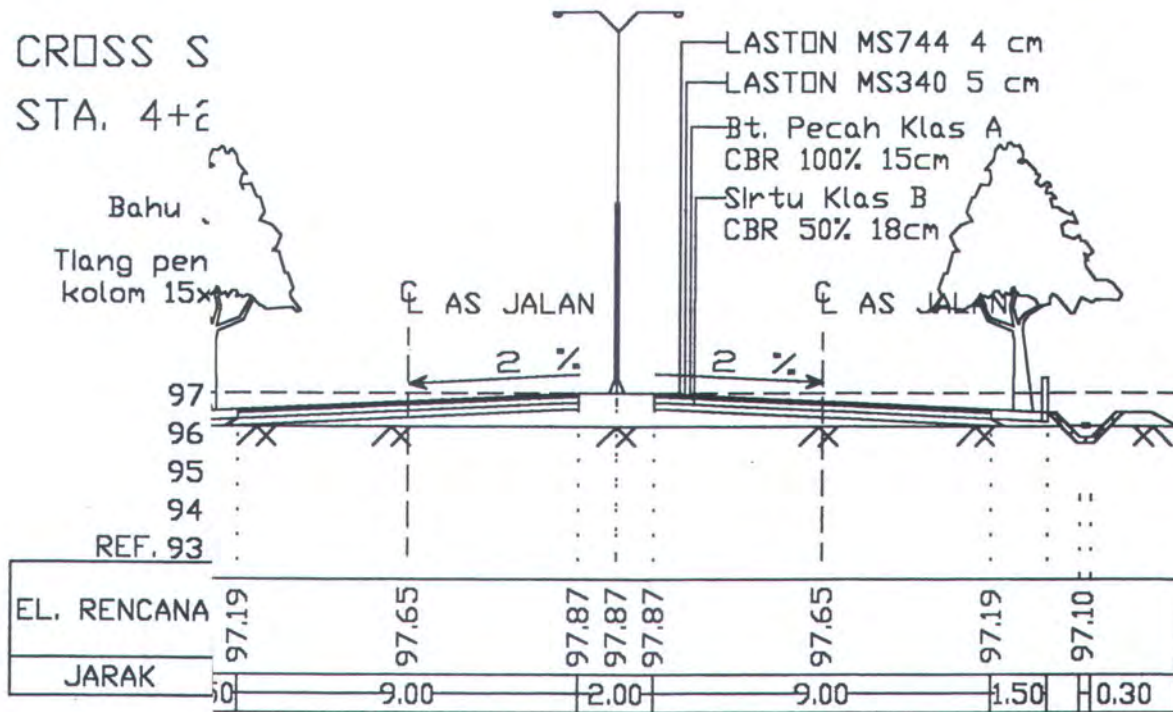
r. Djoko Sulistiono

INDRAWAN G.N

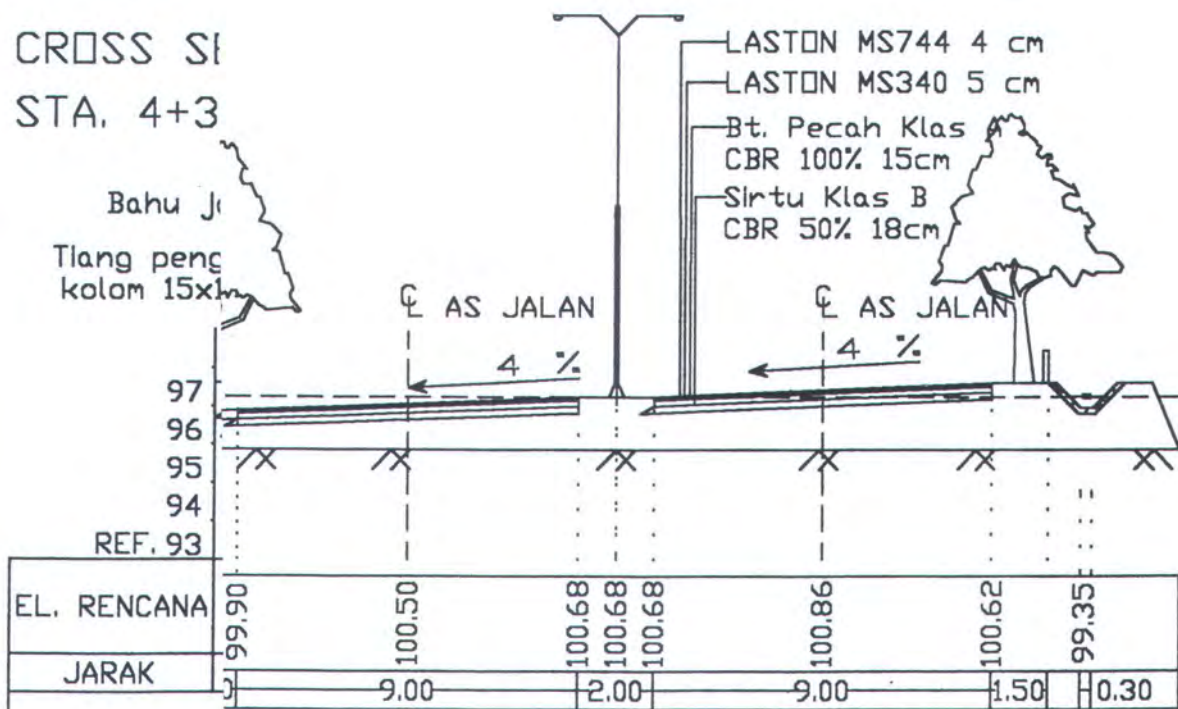
NRP

3102.109.505

STA. 4+2



STA, 4+3



DOSEN PEMBIMBING

MAHASISWA

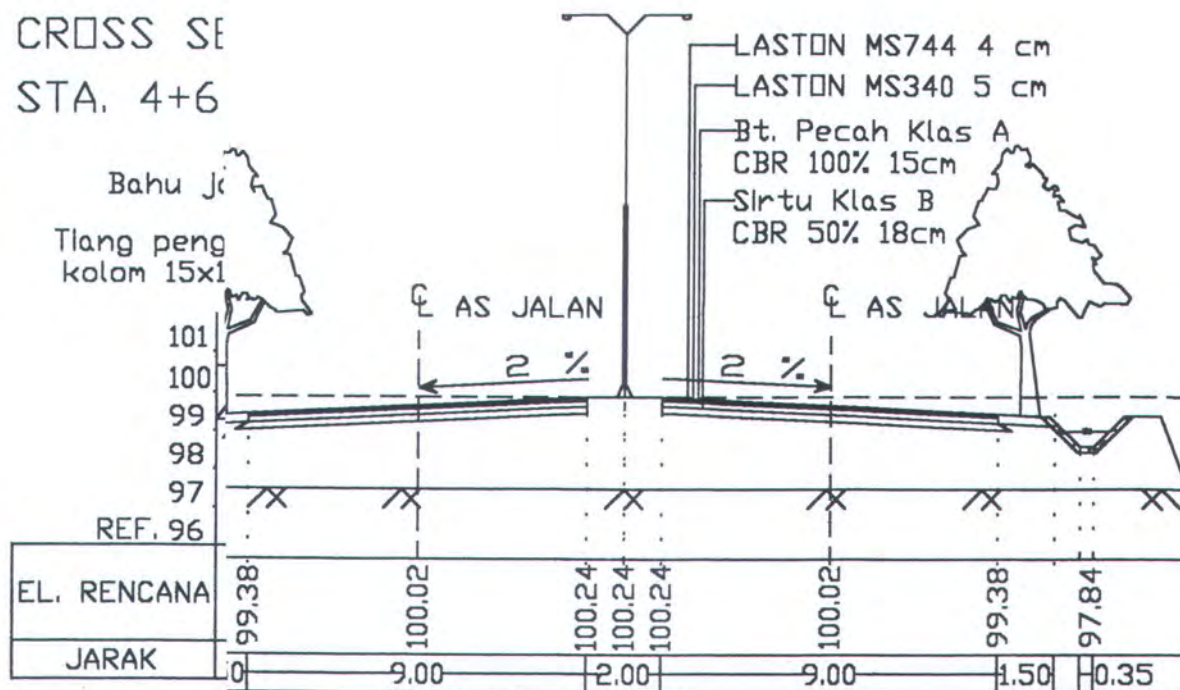
INDRAWAN G.N

Ir. Djoko Sulistiono

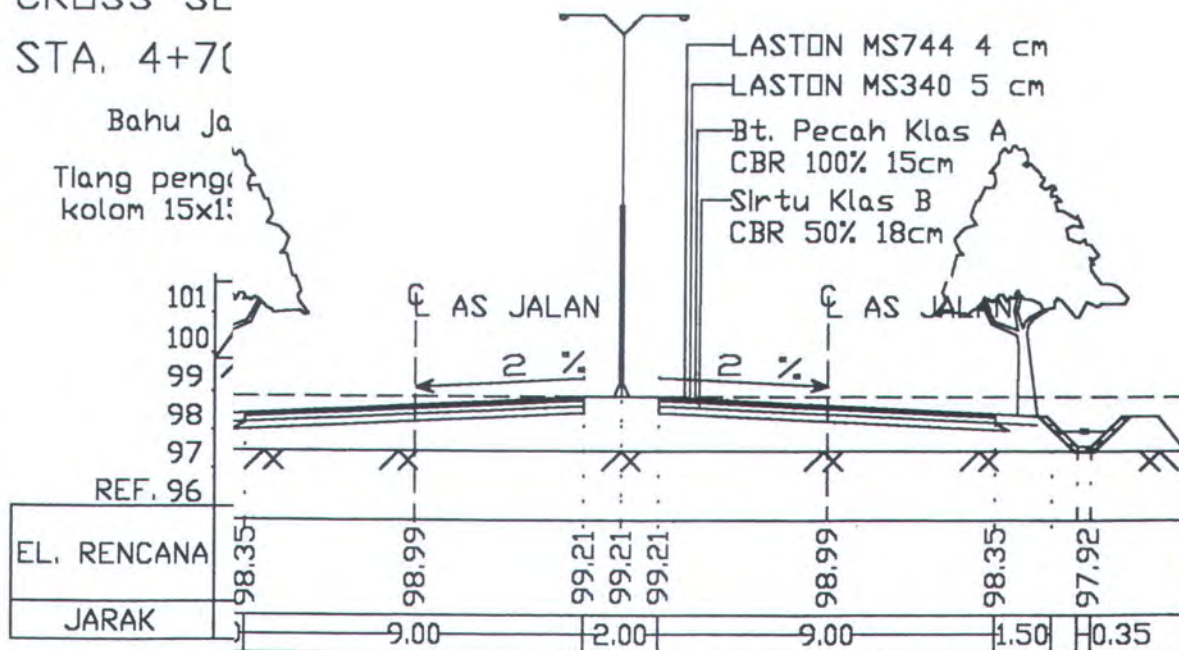
NRP

3102.109.505

CROSS SE STA. 4+6



CROSS SE STA. 4+70



ITS
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Djoko Sulistiono

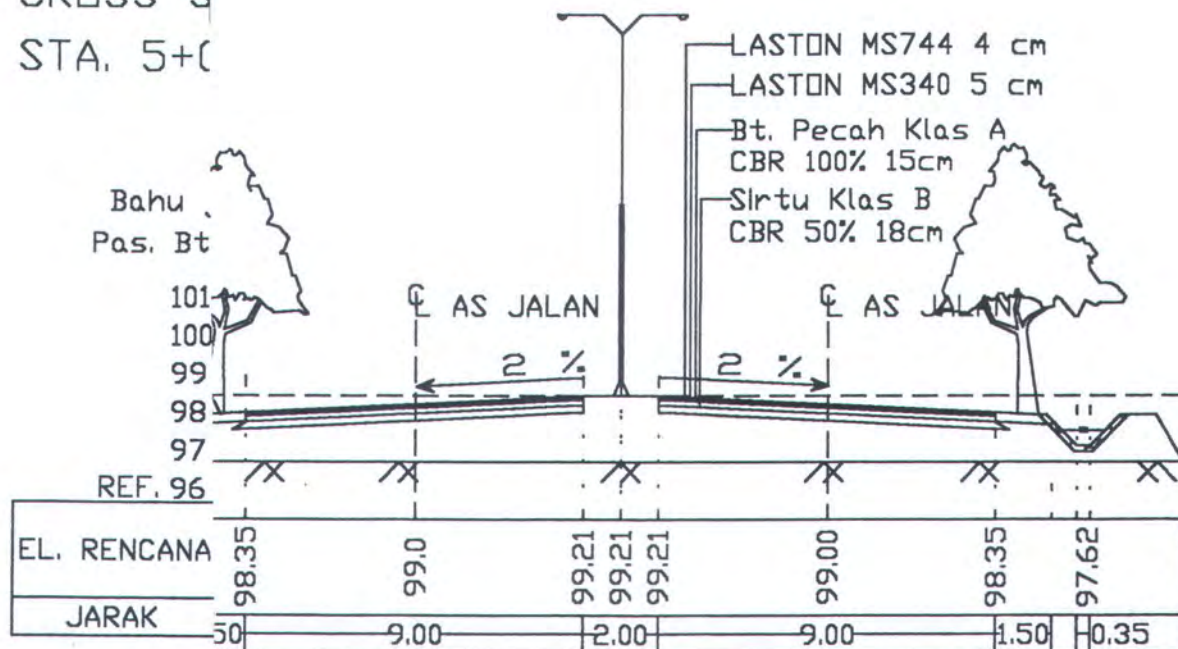
MAHASISWA

INDRAWAN G.N

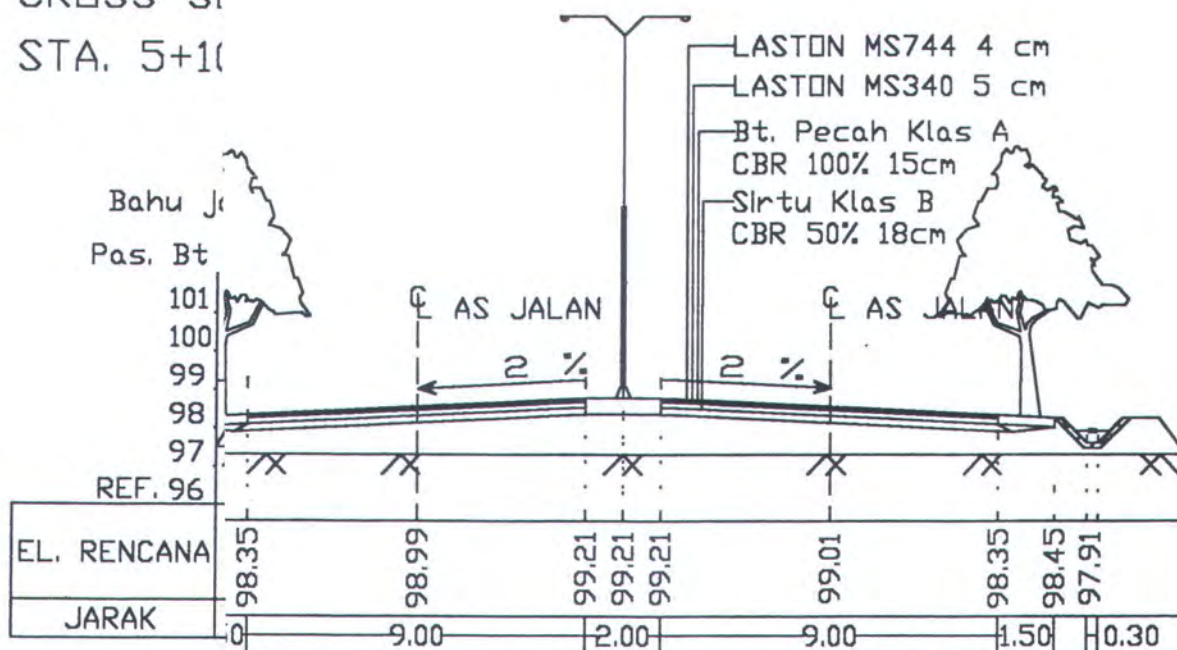
NRP

3102.109.505

CROSS S STA. 5+0



CROSS S STA. 5+10



S-1 TEKNIK SIPIL EKSTENSI LINTAS
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
ITS
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

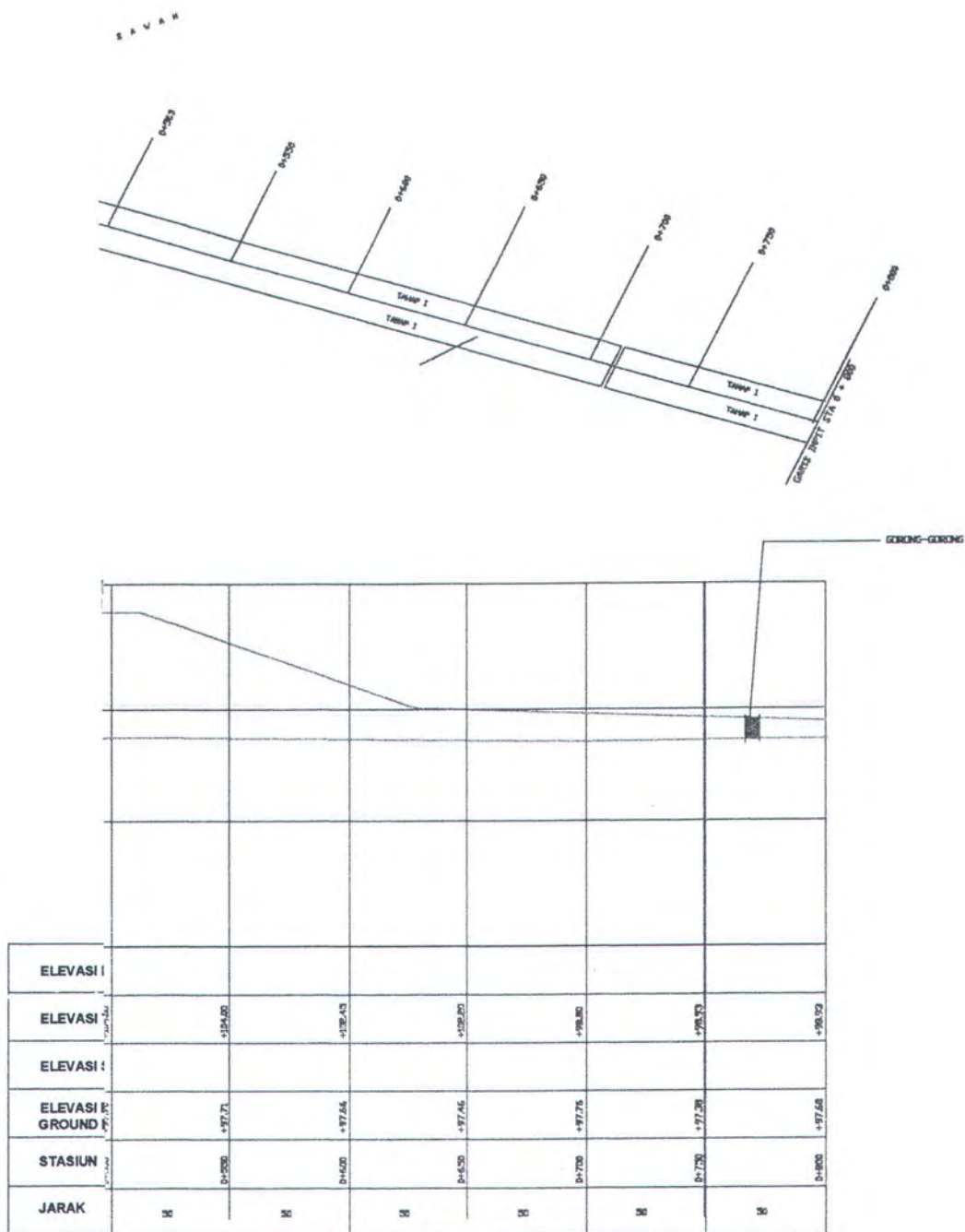
Ir. Djoko Sulistiono

MAHASISWA

INDRAWAN G.N

NRP

3102.109.505



SECTION RING ROAD Sta. 0+000 - 0+800

Skala h: 1:2500

V = 1 :250



S-1 TEKNIK SIPIL EKS
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
DAN INFRASTRUKTUR
UNIVERSITAS SURAKARTA

DOSEN PEMBIMBING

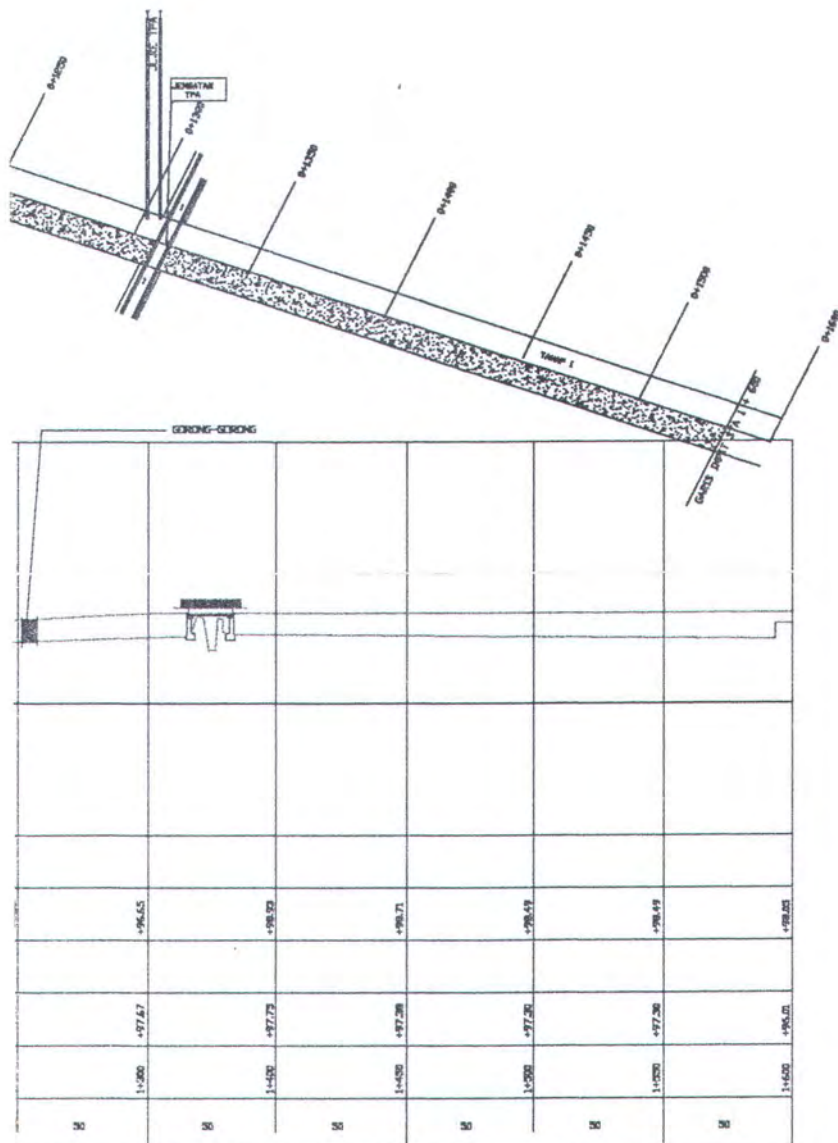
Ir. DJOKO SULISTIONO

MAHASISWA

INDRAWAN G.N

NRP

3102.109.505



S-1 TEKNIK SIPIL EK
FAKULTAS TEKNIK SI
SUR

DOSEN PEMBIMBING

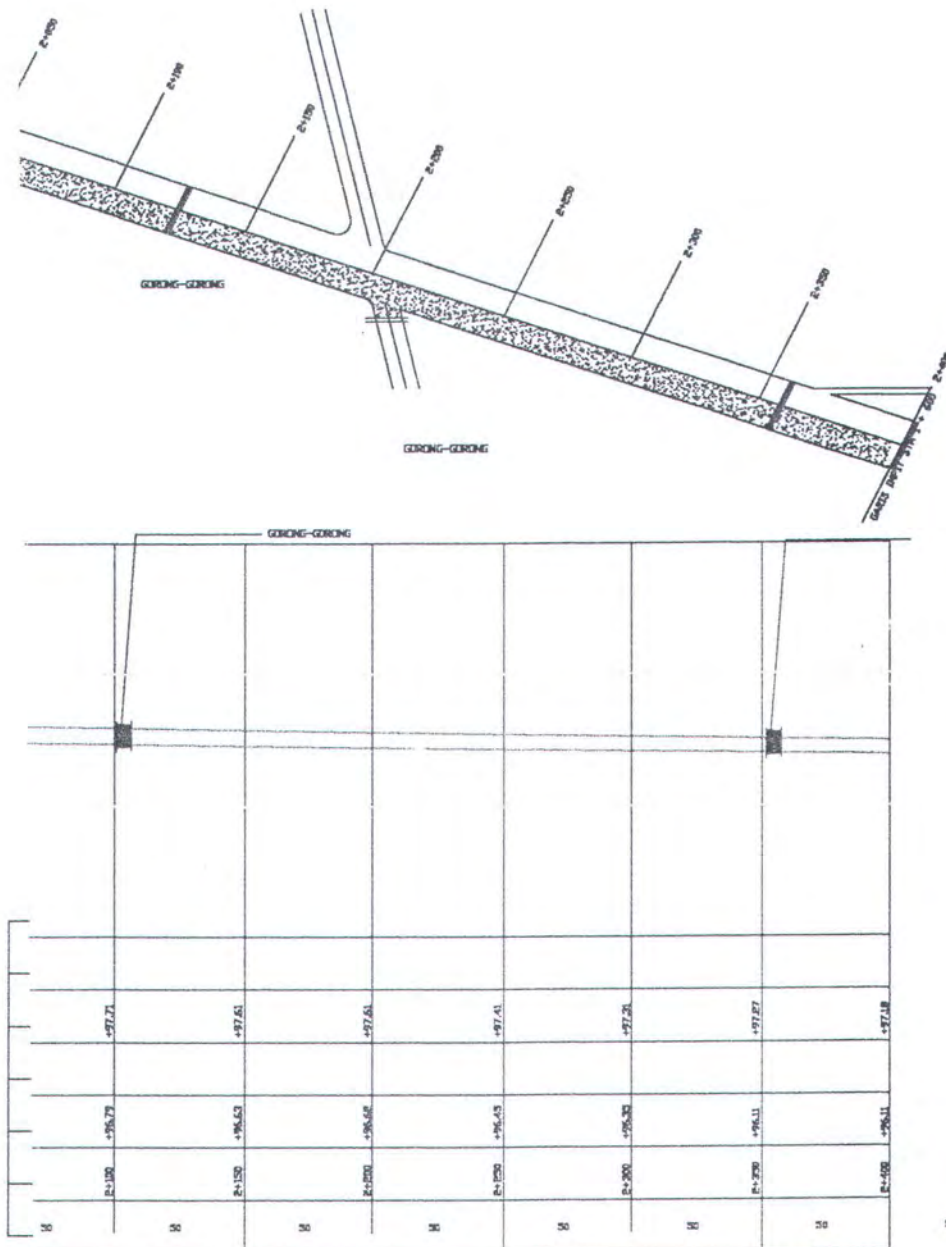
Ir. DJOKO SULISTIONO

MAHASISWA

INDRAWAN G.N

NRP

3102.109.505



S-1 TEKNIK SIPIL EKST
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

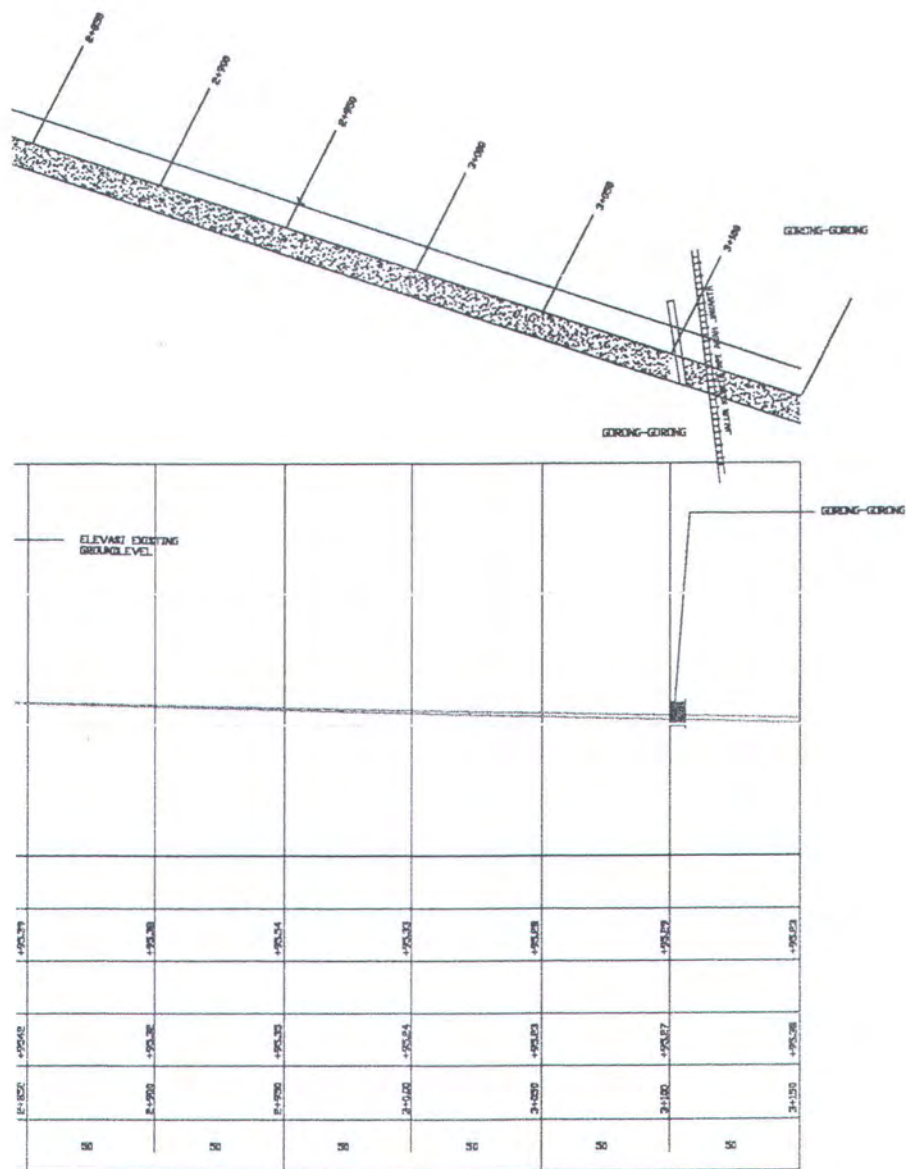
Ir. DJOKO SULISTIONO

MAHASISWA

INDRAWAN G.N

NRP

3102.109.505



S-1 TEKNIK SIPIL EKS
FAKULTAS TEKNIK SIP1
IT
SURA

DOSEN PEMBIMBING

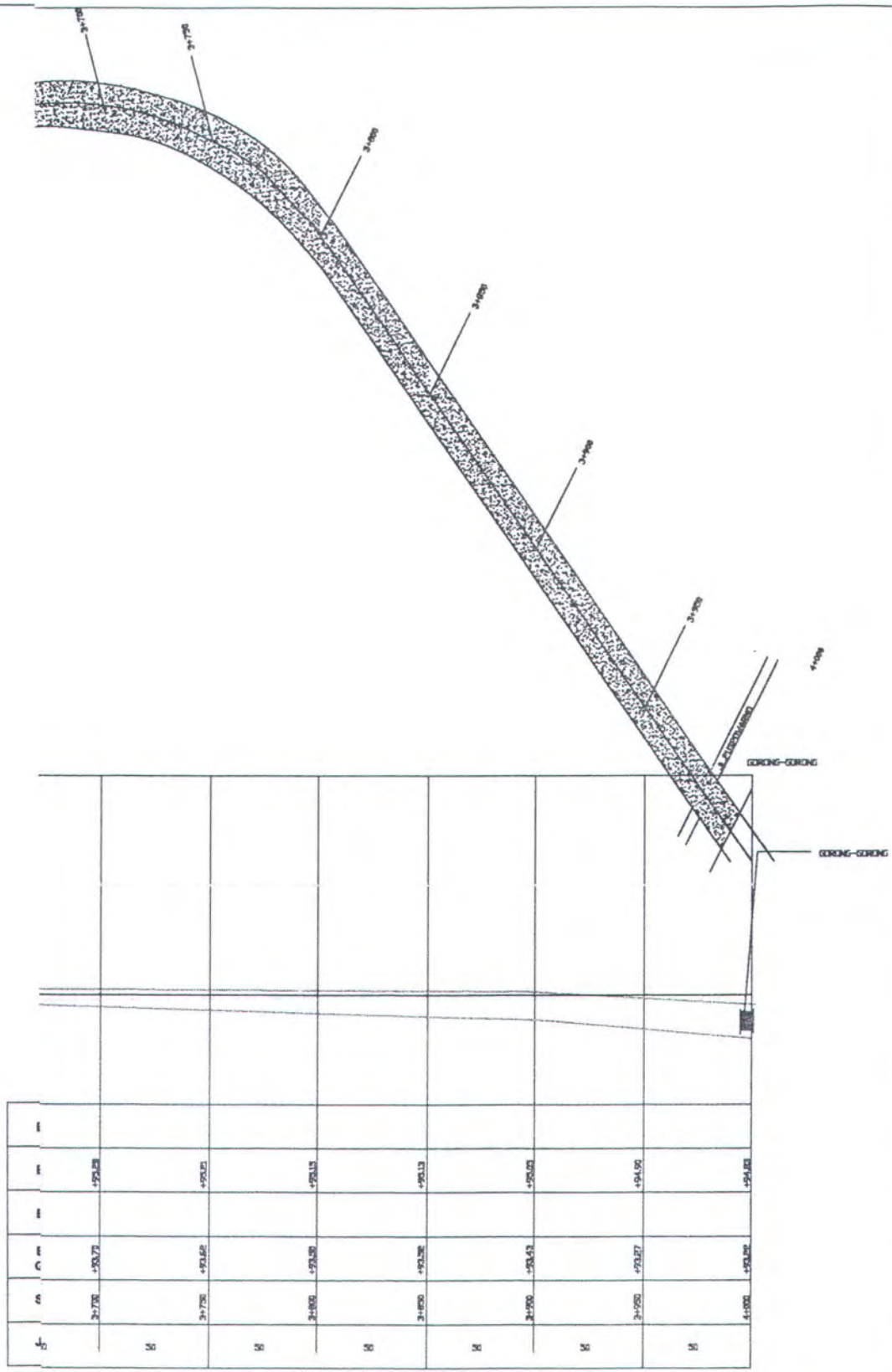
Ir. DJOKO SULISTIONO

MAHASISWA

INDRAWAN G.N

NRP

3102.109.505



S-1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
S U I

DOSEN PEMBIMBING

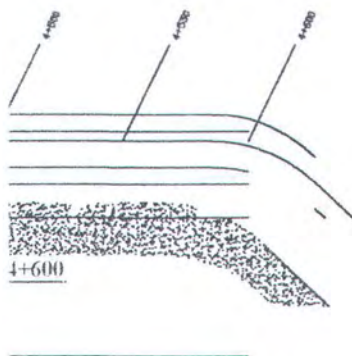
Ir. DJOKO SULISTIONO

MAHASISWA

INDRAWAN G.N

NRP

3102.109.505



S-1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SI

SUR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. DJOKO SULISTIONO

MAHASISWA

INDRAWAN G.N

NRP

3102.109.505



ELEVAS		
ELEVAS	+56.73	+59.33
ELEVAS		
ELEVAS GROUND	+56.13	+59.33
STASIUN	3+300	3+300
JARAK	30	



S-1 TEKNIK SIPIL EKSTENSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
ITS
SURABAY

DOSEN PEMBIMBING

Ir. DJOKO SULISTIONO

MAHASISWA

INDRAWAN G.N

NRP

3102.109.505